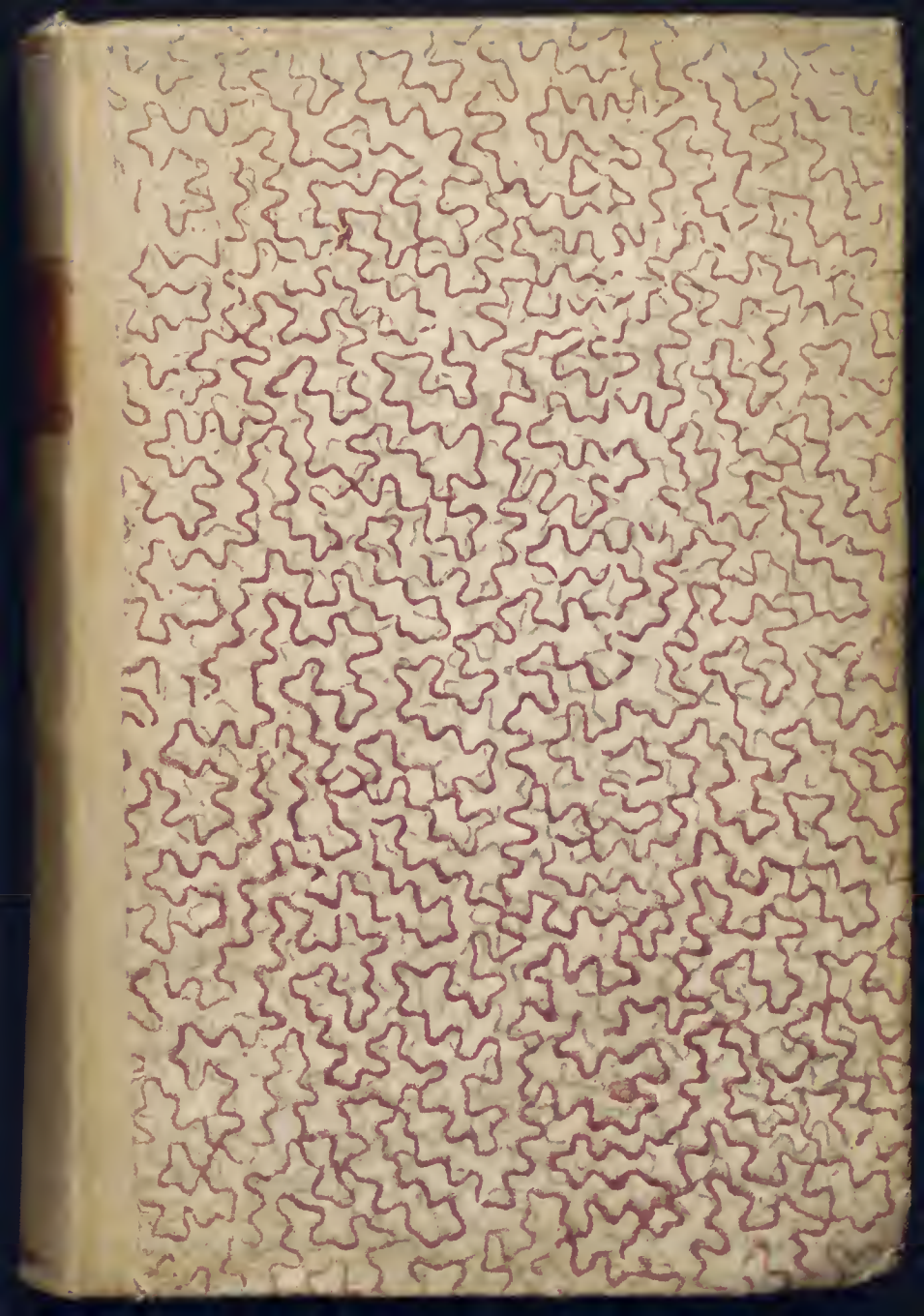


bid uou. sup
UFIEØØ3297
bid. vol 3
UFIEØØ3300
inv.
COR-26165
coll.
AA.1.21
sopp.

III 1-21

LEZIONI
DI FISICA
SPERIMENTALE.

LEZIONI
DI
FISICA ESPERIMENTALE
DELL' ABATE NOLLET,

MEMBRO DELL' ACCADEMIA REALE
DELLE SCIENZE,

DELLA REAL SOCIETA' DI LONDRA,
DELL' INSTITUTO DI BOLOGNA,

MAESTRO DI FISICA DEL DELFINO,
E Regio Professore nel Collegio di Navarra

TRADOTTE DALLA LINGUA FRANCESE
Sopra l' Edizione di Parigi dell' Anno MDCCLIX.

TOMO TERZO.

IN VENEZIA

MDCCLXII.

Per GIAMBATISTA PASQUALI.
CON LICENZA DE' SUPERIORI, E PRIVILEGIO.

Di me Lorenzo Urbini

LEZIONI
DI
FISICA SPERIMENTALE.

LEZIONE IX.

Sopra la Meccanica.

DOpo d'avere insegnato nelle precedenti Lezioni, le proprietà e le leggi del Moto, sì per li corpi solidi come de' Fluidi, ci rimane in questa da ragionare de' mezzi, co' quali si può più comodamente, o con maggiore vantaggio esso moto impiegare. Questi mezzi sono le *macchine*, vale a dire, certi corpi, o masse composte d' un lavoro, e d' una costruzione più o meno semplice, che trasmettono l'azione d' una potenza sopra una resistenza, e che la fanno crescere, o scemare, variando le velocità.

La scienza che tratta delle macchine, si chiama *meccanica*; e suppone una cognizione bastevole delle Matematiche e della Fisica: imperocchè un Meccanico dee non solamente stimare, e misurare delle forze contrarie, relativamente alle loro posizioni respettive, ma conviene in oltre, ch' egli sappia distinguere, qual sia la natura di queste forze, quel che vi

si possa frammischiare d' estraneo, per la qualità delle materie che mettonsi in opera, per la circostanza del luogo, del tempo ec. Colui, il quale non possedesse, se non la parte fisica, potrebbe fare delle macchine durevoli, e ben assortite, quanto all' unione de' pezzi, e quanto alla lor maniera di muoversi; ma correrebbe rischio d' ingannarsi sovente nelle proporzioni; e gli effetti riuscirebbono di raro tali, quai da lui s' aspettarono. Quegli poi che avesse solo cognizioni puramente matematiche, e che non considerasse, se non linee e punti nelle quantità delle quali volesse far uso, troverebbe senza dubbio molta diminuzione, e svarianza, dopo l' esecuzione. Finalmente colui che non fosse nè Geometra, nè Fisico, lavorarebbe assolutamente da cieco, e non potrebbe lusingarsi di riuscire, fuorchè per puro accidente; e ciò bene spesso, dopo molti tentativi inutili, faticosi, e quasi sempre di non lieve spesa. Quest' è una verità, provata già da lungo tempo con l' esperienze, e che dovrebbe correggere molte persone, l' opera delle quali è infruttuosa. Ma siccome l' amor proprio, e la voglia d' essere Autore, fan che si stampino parecchie cattive Opere, ad onta della critica; così gli stessi motivi a un dipresso, e talor anche l' esca del guadagno, spingono a fare la spesa di un gran numero d' invenzioni, le quali non vedrebbono mai la luce, se coloro che se le immaginano, ne sapessero quanto basta per giudicarne.

Le cattive, e imperfette macchine vengon fuori più frequentemente, che le buone; e ciò discredita alquanto la Meccanica appresso di molti,

ti, i quali ingiustamente confondono il Macchinista col vero Meccanico: ma si deporrà facilmente quest' idea, quando si rifletterà, che uomini dotti, del prim' ordine, sì antichi, come moderni, tra' quali un Archita, un Aristotile un Archimede ec. un Mariotte, un Amontons, un de la Hire, un Varignon, e molt' altri si sono di proposito applicati alla scienza delle Macchine utili, e si son resi commendabili, e famosi, per lo progresso che vi han fatto. Le scoperte di tal genere fanno non men d' onore, e meritano eguale applauso, che quelle di qualunque altra spezie. L' oggetto di questa scienza non è egli infatti utilissimo in se stesso, e non ne ricava forse la Società considerabilissimi vantaggi? Quel che sperar ne possiamo, arguiscasi da' bei trovati, dei quali godiamo, e ci approfittiamo attualmente: i molini, che ci preparano la farina, le gualchiere, che si sodano i nostri panni lani, ed altri simili ordigni, co' quali s' estrae l' olio da' vegetabili: le varie trombe, che sollevano l' acqua per gli usi nostri, e per la decorazione de' nostri giardini, le vetture con che risparmiasi tanta fatica, e rendonsi così facili e comodi i trasporti; le carrucole o girelle, l' altalene, i torni, gli strettoj, gli argani ec. la cui applicazione è così utile, e così frequente nell' architettura, e nella Navigazione: i ponti levatoj, e tant' altri mezzi, usati nella difesa delle Piazze; che altro sono, se non macchine di palese e sensibile utilità, e, secondo le circostanze; d' una eziandio indispensabile necessità? Deesi per certo saper grado a coloro che non isdegnano di vincere l' attrattive

lusinghiere della sublime Geometria, e volentieri ne intermettono lo studio, per avere il tempo d' applicare i di lei principj a ricerche di simil natura; le quali sono bensì meno risplendenti e speziose che non è la soluzione de' gran problemi; ma non pertanto a me pajono nulla men pregevoli, perchè più direttamente rendono al bene della Società, ed hanno per ordinario usi ed applicazioni più prontamente, e talora più generalmente utili.

Due sorte di macchine si distinguono comunemente; quelle che sono *semplici*, e quelle che sono *composte*: le prime sono come gli elementi delle altre; ed esse appunto saranno principalmente il soggetto della presente Lezione; imperocchè la moltiplicazione, e l' adunamento delle macchine semplici in un medesimo tutto, non porta alcun cambiamento essenziale nelle lor proprietà; e noi non dobbiamo quì porci a noverare con accurata pienezza tutte le macchine composte, che sono state date in luce, per mostrare tutte le applicazioni fattevi delle semplici. Ci contenteremo d' indicar quelle, che sono più in uso, la costruzione delle quali potrà intendersi più facilmente, e che non avranno bisogno di quelle lunghe, e minute descrizioni, che aver non ponno luogo in quest' Opera.

Il numero delle macchine semplici varia, secondo la maniera di stimare o calcolare la loro semplicità, alcuni considerando come semplice, quel che altri tengono, o considerano come già composto; e però la cosa è arbitraria, nè di grande importanza; quanto a me, senza disapprovare le opinioni, dalla mia in questo con-

conto diverse, pongo tre sole sorte di macchine semplici; e sono, la *Leva*, il *Piano inclinato*, e le *Corde*. Ma prima d' entrare a ragionar di ciascuna, gioverà presuporre e stabilire alcune generali nozioni che renderanno più capibile la nostra teoria; e sciogliere innanzi tempo alcune difficoltà, le quali potrebbono nascere nel corso delle nostre Spiegazioni.

In una Macchina, vi ha quattro cose principali da considerare; la potenza, la resistenza, il fulcimento, o punto d' appoggio, o sia il centro del moto, e la velocità con la quale si fa muovere la potenza e la resistenza.

Quando la potenza che impiegasi in una Macchina, è lo sforzo d' un animale, dobbiamo stimarla relativamente alla natura, ed alla durata della fatica. Imperocchè quantunque un cavallo possa vincere per un assai corto tempo una forza di 500. ovver 600. libbre; ed un uomo sostenga per alcuni instanti un peso di 100 o 150. libbre; quando però trattasi di lavorare e faticare seguitamente, non si debbe far capitale se non d' uno sforzo, il quale non ecceda 25. o 30. libbre, se parliam dell' uomo, e stia nella misura appresso poco di 180. se del cavallo; e in oltre convien che operino con libertà, e che non vengano sforzati, o per la disposizione della macchina, a cui l' applichiamo, o per la situazione del terreno, o d' altra guisa.

Se la potenza è un peso o una molla, può accadere, ch' ella non sia d' un valore costante: imperocchè 1. a misura che una molla, o un ingegno lavora, o si dispiega, il suo sforzo si diminuisce; e se la macchina non è fat-

ta in un modo, che suppliſca a queſta diminuzione, gli ſforzi non ponn' eſſere così grandi ſul fine, come ſul principio. 2. Abbiam fatto vedere, parlando delle Gravità, che l' accelerazione aumenta la forza de' corpi, che caggiono liberamente, cioè con velocità ſenſibiliſſima; laonde in tutti i caſi, dove il moto è impreſſo dall' urto od impulſo d' un corpo che diſcende, la macchina tanto più ne riceve, quanto da più alto il motore diſcende.

La *reſiſtenza* è un' altra forza, o la ſomma di molti oſtacoli, che s' oppongono al moto della macchina, cui la potenza avviva e fa movere; tal è un maſſo di pietra o marmo, che col ſuo peſo reſiſte all' azione degli uomini, i quali fanno ſforzo per tirarlo, o per traſportarlo, col mezzo d' una taglia, d' un arganello, di manovelle, ec.

La reſiſtenza non è ſempre una quantità coſtante, come un peſo che ſi vuol traſcinare o portar via; talor s' hanno da tender molle, da divider corpi, da ſoſtener de' fluidi, ed in ſimiglianti caſi la potenza ha più o meno da fare ſul principio della ſua azione, che ſul fine. Per non reſtare a ſecco, debbeſi proporzionar la macchina in guiſa, che la reſiſtenza per grande il più ch' eſſere poſſa, troviſi tuttavia inferiore alla forza motrice. Così quando trattaſi, per eſempio, di far ſalire l' acqua col mezzo d' una tromba, ſi deve conſiderare il tubo aſcendente, come ſempre pieno, quantunque in verità nol ſia, ſe non dopo certo numero di ſoſpinte dell' animella, duranti le quali la forza motrice è più che ſufficiente.

Chiamaſi *punto d' appoggio*, *Centro di moto*, o *Hy-*

o *Hypomochlion* (quasi sotto-stanga) quella parte d' una macchina , attorno della quale le altre si muovono ; in una bilancia , egli è quell' interstizio o punto della cassa , sul quale riposa l' asse del fusto; in una ruota di carrozza , è l' estremità di quel raggio , che attualmente tocca il terreno , quando ella rotola : è l' arpione d' un uscio , l' asse d' una carrucola ec.

Il centro del moto non è sempre un solo punto fisso ; ma in molte occasioni è una serie o fila di punti che forman una linea ; tal è l' asse d' una sfera ; tali sono le cerniere , i gangheri, e tutto quello che ne fa l' ufizio .

Il punto d' appoggio , spesse volte è sol fisso relativamente alla rivoluzione , della quale egli è il centro : può per altro essere mobile ; tal è , esempigrazia , l' asse d' una carretta , che viene trasportato in una direzione parallela al terreno , mentr' egli è il centro del moto delle ruote ; qualche volta ancora cotesto punto d' appoggio è l' azion d' un corpo animato che ne fa le veci : come quando due uomini portano insieme qualche peso , sopra un bastone ; del quale ciascuno sostiene un capo ; l' un de' due indifferentemente può essere considerato come potenza , o come un punto d' appoggio .

Le velocità si misurano dagli spazj , che la potenza e la resistenza percorrono , o che percorrerebbono attesa la disposizione della macchina , se l' una trasportasse l' altra . Un uomo , per esempio , che tira un peso col mezzo d' un arganello , descrive , camminando , la circonferenza d' un circolo ; e nel mentre ch'egli tal cammino percorre , il peso s' avvicina una certa quantità ; sono per appunto questi spazj quinci e quin-

di percorsi, che determinano le velocità relative, imperocchè il tempo è eguale per l'un è per l'altro. Nella stessa guisa, quando i due bacini d'una bilancia sono in riposo per cagion d'equilibrio, le lor velocità si conoscono dalla strada che farebbono nel medesimo tempo, ascendendo l'uno e discendendo l'altro, se avesse luogo il moto.

La gravità è una forza, che spesso impiegasi in Meccanica come potenza o come resistenza: quantunque ella appartenga egualmente a tutte le parti di materia rinchiuse sotto un medesimo volume: noi per attenerci al più semplice, la considereremo come posta in un solo punto, cui chiameremo *Centro di Gravità*.

Questo centro di gravità non è sempre il centro della figura; ma è un punto, da cui essendo un corpo sospeso, tutte l'altre sue parti restano in quiete, e col quale si muovon tutte, quand'egli cessa d'essere appoggiato. Di qui è facile comprendere, che questo punto non si trova giusto nel mezzo, se non ne i corpi perfettamente omogenei, e che hanno una figura regolare. In una palla rotondissima, esempigrazia, uniformemente densa, è chiaro che tutti i raggi, o semidiametri sono eguali, e del medesimo peso; eguali a cagione della figura perfettamente sferica; dello stesso peso, a cagione dell'omogeneità delle parti: tutto è dunque in equilibrio attorno d'un punto, ch'è centro e di gravità a un tratto, e di figura. Non è già così d'una freccia, la cui estremità è ferrata, o di una penna da scrivere; se la sua lunghezza si divide in due parti eguali, l'una troverassi più pesante che l'altra, e la sezione non sarà passata per lo centro

tro

tro del suo peso, quantunque siesi fatta nel centro della sua figura.

Nella stessa maniera che si concepisce tutto il peso d' un corpo, riunito in un solo punto, considerasi parimente, in uno spazio infinitamente piccolo, la gravità di più corpi che ad una medesima azione col loro peso concorrono. Quando molte masse pesano sopra una medesima corda per mezzo di fila, che ve le appendono, si può considerare il nodo o gruppo comune di queste fila, come il centro delle gravità particolari. A, B, *Fig.* 1. Essendo dunque i centri di gravità dei due corpi sospesi, le azioni loro si riuniscono in C, od in qualunque altro punto che vorrassi trascegliere nella linea *c* D, purchè il peso A sia eguale al peso B; imperocchè se una delle due palle fosse di legno, e l' altra di pietra, il centro della più pesante s' avvicinerebbe d' avvantaggio alla linea *c* D, e la linea *a b* sarebbe spartita per la direzione *b* D in due parti ineguali, la più lunga delle quali starebbe alla più corta, come il peso più grande al più piccolo.

Qualunque possa essere il numero di cotesti corpi pesanti, datochè si conosca il centro di gravità di essi, facilmente si determina il luogo, ove riunisconsi le loro forze, perchè son note le distanze; ma ciò s' intenderà meglio, quando averemo spiegata la teoria della Leva.

Il peso ha una intensione differente, quando i corpi sono più o meno lontani dal centro della Terra a cui tendono; ma nel decorso di questa Lezione, noi non farem caso di questa differenza, perchè ella non è mai sensibile nell' estensione, che può aver una macchina; perciò sup-

por-

porremo che un peso, la cui caduta non è accelerata, esercita sempre la stessa forza o la stessa pressione in tutta la sua direzione. Una secchia piena d' acqua che pesa 100. libbre su la carucola o girella del pozzo, quand' ell' è in alto, stimasi dunque che pesi egualmente, quand' è 50. o 60. piedi più bassa (astraendo dal peso della corda;) e colui che suona una campana, fa sempre il medesimo sforzo, sia che la corda abbia molta, o poca lunghezza.

Noi terremo altresì come parallele le direzioni di due pesi distanti l' un dall' altro, quantunque in rigore sieno un poco inclinate fra esse, poichè tutti i corpi gravi tendono ad un medesimo punto ch' è il centro della terra: ma ne siam tanto lontani, che non abbiam da temere alcun sbaglio, o falso computo, nel trascurare cotale inclinazione.

Per rimovere tutto quello che in qualche maniera è straniero al nostro oggetto presente, in tutta questa Lezione astraeremo da' sfregamenti e dalla resistenza de' mezzi, che son tuttavolta ostacoli, de' quai deesi tener conto nella pratica, ed i quali, allorchè si trascurano, o che non si stimano secondo il lor giusto valore, cagionano errori considerabili ne' calcoli che si fanno sul prodotto delle macchine, come l' abbiam dimostrato nella terza Lezione, spiegando la prima Legge nel moto.

PRI-

PRIMA SEZIONE.

Della Leva.

UNA Leva considerata matematicamente, non è altro che una linea retta senza gravità, che regola le distanze e le posizioni della potenza, della resistenza, e del fulcimento, o punto d'appoggio. Se nella pratica questa linea divien pesante e curva, il suo peso deve considerarsi, come parte della potenza o della resistenza; e la sua curvatura può sempre ridursi alla distanza, ch'ella mette tra quelle due forze, avuto riguardo alle loro direzioni, ovver tra l'una di esse e il punto d'appoggio: così E F G, Fig. 2. equivale a *e g*; e se le due parti E F, F G, sono di ferro, o di qualch'altra materia sensibilmente pesante, ciascuna fa parte della massa E, o G, cui regge e sostiene.

Distinguonsi ordinariamente tre generi di Leve per tre differenti posizioni, che si possono dare alla potenza, alla resistenza, ed al centro del moto o punto d'appoggio. Potrebbesi, seguitando l'esempio d'Autori celebri, (*Traitè de Mechanique de M. de la Hire*) avere in conto d'altre due potenze, quel ch'io ho nominato resistenza e punto d'appoggio; ed allora la distinzione delle Leve in tre generi non avrebbe luogo; ma emmi più paruto comodo ed utile, seguitare il metodo più usitato in una Lezione, la quale non è un trattato di Meccanica, ma piuttosto un'esposizione semplice de' principj di questa scienza. Per rappresentar dunque le tre sorte di leve, additerò la potenza o forza motrice

col

col mezzo d'una mano A, la resistenza col mezzo d'un peso B, ed il punto d'appoggio, con un perno C (*Fig.* 3. 4. 5. 6.)

Le Leve del primo genere sono quelle, nelle quali il punto d'appoggio è tra la potenza e la resistenza. *Fig.* 3.

Quelle del secondo genere hanno la resistenza tra il punto d'appoggio e la potenza. *Fig.* 4.

In quelle del terzo genere, la potenza è collocata tra il punto d'appoggio e la resistenza. *Fig.* 5.

Le spezie di ciascun genere si distinguono per la distanza che vi è dalla potenza al punto d'appoggio, relativamente e per comparazione a quella che vi è tra questo medesimo punto e la resistenza. Se per esempio, il perno, in luogo d'essere in C, fosse in *c*, *Fig.* 3. sarebbe sempre una Leva del primo genere, ma la spezie sarebbe differente; laonde per esprimersi con accuratezza sopra qualunque Leva si dirà. „ Ell'è del tale o tal genere, e le distanze delle forze resistenti motrici dal punto d'appoggio, sono tra esse nella relazione di 2 a 3, o a 4, o a 5, ec. „

La distanza di queste due forze dal punto d'appoggio, determina la strada ch'elleno hanno da fare, e per conseguenza le lor velocità, imperocchè non potendo l'una moversi senza l'altra, è evidente che la potenza A, *Fig.* 6. non adoprerà maggior tempo in percorrere l'arco A *a*, di quel che ne consumerà la resistenza per terminare il suo B *b*. Quando i tempi sono eguali, le velocità debbono paragonarsi per mezzo degli spazj corsi o da correre, (*Tom.* 1. *pag.* 170. *e seg.*) come abbiamo insegnato parlando del

delle proprietà del moto. Essendo per tanto che gli archi A*a*, B*b*, seguon fra loro la relazione o l'ordine mutuo de' loro raggi AC, e BC, è certo, che conoscendo queste due ultime distanze, si sà la velocità della potenza, e quella della resistenza. Dal che segue

1. Che un peso operante come potenza o come resistenza, col mezzo d' una Leva collocata orizzontalmente, ha tanto maggior forza, quanto è più lontano dal punto d' appoggio.

2. Che due masse uguali opposte l'una all' altra sopra una simile Leva, non possono essere in equilibrio, se non quando sono ad eguali distanze dal punto d' appoggio, e operano per versi contrarj.

3. Che due pesi ineguali esercitano ivi l'un contro l'altro forze eguali, quando le loro distanze dal punto d' appoggio sono reciprocamente come le masse.

Queste tre proposizioni si renderanno più ovvie e sensibili, col mezzo delle esperienze.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Figura* 7. rappresenta un piano verticale elevato sopra una base, e traforato con una scanalatura HI; il pezzo K è una spezie di cassa che si può collocare in differenti luoghi della scanalatura col mezzo d' un manico a vite, che l' attraversa, e che per di dietro si ferma con una madrevite. LM è un piccolo rottolo o incastro di metallo, che si muove sopra due perni nella cassa; ed in cui si fa scorrere la Leva NO, per fer-

fermarla a quel sito della sua lunghezza che più si vuole; così il punto fisso cambia luogo, non solamente sul piano, ma anche sopra la Leva; le estremità di questa Leva sono forate, per poter ricevere pesi che portino ciascheduno una piccola fibbia o catenella di sotto, onde poter riceverne degli altri. P è una massa, che s' infilza nella Leva, e che vi si ferma nel sito ch' è appropósito per metter essa Leva in equilibrio con se medesima nel caso ove il punto d' appoggio non sta nel mezzo della di lei lunghezza. Q è una carrucola mobilissima sopra il suo asse, che collocasi a forchetta, ed a quella distanza che più si vuole sulla sommità del piano verticale, questa carrucola vien abbracciata da una cordicella, che da un capo porta un peso, dall' altro un uncino per sostenere la Leva, nel caso ove il punto fisso trovisi situato ad una delle due estremità.

Con questa macchina così preparata, si può mettere in prova le Leve d' ogni genere, e d' ogni specie, variare la potenza e la resistenza, non solamente quanto alle loro distanze dal punto d' appoggio, ma ancora quanto alle loro masse, o quantitadi assolute; e col mezzo del contrappeso P, G, la Leva può sempre rassomigliare ad una linea Matematica, inflessibile e senza peso.

Supposti dunque tai mezzi, noi ci asterremo dal farli comparir di nuovo nelle nostre figure, e rappresenteremo ciascuna esperienza con linee, affine di rimovere dalle nostre Spiegazioni tutto quello ch' è straniero, e di non occupare l' attenzione del Lettore se non con l' oggetto di cui si tratterà.

Avendo disposta per tanto la leva in tal ma-

nie-

niera che il suo punto fisso trovisi tra due pesi ccm' è rappresentato dalla Fig. *e*, si osserverà quello che segue.

EFFETTI.

1. Se il punto fisso è in *a*, cioè, se spartisce la Leva in due braccia eguali, una potenza d' una libbra sostiene una resistenza d' egual peso.

2. Se il punto fisso è in *b*, il braccio della potenza è due volte altrettanto lungo che quello della resistenza, una libbra in P sostiene due libbre in R.

3. Se il punto fisso è in *c*, tre volte più lontano è *c* da *p*, che lo sia *c* da *r*; la medesima libbra impiegata in P ne sostiene tre, poste in R.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Convien disporre la macchina che nella (Fig.7.) abbiamo descritta, in guisa tale che il punto fisso si trovi ad una delle estremità della Leva, e che l' anello, nel quale passa la Leva sostenuta dalla potenza P, possa collocarsi primieramente nel punto 2, e appresso nel punto 1. *Vedi la Fig. 9.*

EFFETTI.

Nel primo caso, R pesando una libbra, fa equilibrio con P, il cui peso è una libbra $\frac{1}{2}$.

Nel secondo caso, per ottener l' equilibrio, bisogna mettere i due pesi nella proporzione di 3. ad 1, ciò che la massa P, lontana dal punto d' appoggio sol d'uno spazio, pesi 3 libbre, mentre l' altra R, ch'è nella terza distanza ne pesa sol una.

Que-

Questa Leva, ch'è del terzo genere, rappresenta ancor quella del secondo, se si considera come resistenza ciò che noi abbiamo considerato come potenza.

SPIEGAZIONI.

I principj da me già posti di sopra, lascian poco da dire, per spiegar i fatti riferiti in queste due prime esperienze. L'azione o la forza d'un corpo si misura dalla quantità del moto ch'egli ha, o ch'egli avrebbe, se non venisse rattenuto; ora la quantità del moto risulta dalla massa moltiplicata per la velocità. Sopra una medesima Leva la potenza e la resistenza non possono muoversi, che nel tempo istesso, le loro velocità, cioè quelle ch'elleno hanno, o ch'elleno avrebbono, se avesse luogo il moto, non possono dunque variare se non per gli spazj. Se vi è equilibrio tra 1. libbra e 1. libbra, sopra una leva orizzontale spartita in due braccia eguali dal punto d'appoggio, come si è veduto nel primo effetto della prima esperienza, ciò avviene perchè la Leva non si può muovere, senza che i due pesi percorrano archi eguali nel medesimo tempo; ovvero (ch'è la stessa cosa) senza che abbiano la medesima velocità: egualità di velocitadi, ed egualità di masse quinci e quindi, producono sforzi eguali, che si distruggono reciprocamente, perchè si fanno per versi contrarj, il che chiamasi equilibrio.

Nel secondo effetto, si vede una libbra, che ne sostien due, perchè ella è talmente collocata, che avrebbe due volte più di velocità, che il peso opposto; 1. di massa moltiplicato per 2. di velocità, equivale a 1. di velocità moltiplicato

per

per due di massa. E' facile applicare questo calcolo agli altri effetti.

COROLLARIO.

Poichè una potenza applicata ad una Leva cresce sempre, a misura che si allontana dal punto d'appoggio, come s'è potuto vedere dalle Sperienze precedenti; se ne dee trarre questa conseguenza, che una piccolissima forza, col mezzo d'una Leva lunga abbastanza, può far equilibrio, o vincere un'altra forza infinitamente più grande. Archimede avea dunque ragione di dire, ch'egli straporterebbe la terra intiera, se avesse un punto fisso, che da lei separato fosse; imperocchè ponendo sopra cotest'appoggio una Leva, il braccio della quale dal lato della potenza superasse in lunghezza quello, a cui egli attaccato avrebbe il terrestre Globo, d'altrettanto o più di quel il peso d'esso Globo fora superiore alla forza d'un uomo, è evidente da' sopra stabiliti principj, ch'egli avrebbe attenuta la sua promessa, mercè d'una dimostrazione, indubitatamente; imperocchè niente vale il dire, che la Leva, di cui converrebbe servirsi in una tale operazione esser non può se non un ente di ragione nè più, nè meno che il punto fisso, che da lui si dimandava.

APPLICAZIONI.

Le Leve sono d'un uso così ordinario, non solo nelle Arti, ma eziandio nella vita civile, e nel meccanismo della natura, che quasi per tutto s'incontrano, ogni poco che vi si badi.

Noi ci ristrigneremo in alcuni esempj, affin di non entrare in un troppo lungo e superfluo divisamento.

I Legnajuoli, i Muratori, ed altri Operaj, che hanno da ſmovere, ed impiegare ne' lor lavori groſſi pezzi di legno, grandi pietre, ſpeſſiſſimo ſi valgono d'una ſtanga di ferro ritondata in quaſi tutta la ſua lunghezza, un poco ripiegata, e ſchiacciata da un capo. Queſto iſtrumento, che chiamano d'ordinario, *piè di capra*, perchè n' ha la forma, s' adopera principalmente in due maniere. Qualche volta, dopo di aver ingaggiata l' eſtremità curva d' eſſo palo di ferro, la qual nomaſi la *morſa*, tra il pezzo che ſi vuol muovere, ed il terreno, ſul quale ripoſa, ſi fa portare il gombito A, Fig. 10. ſopra qualche corpo duro; ed allora facendo forza su l'altra eſtremità della ſtanga C, ſollevavaſi il peſo, non gran coſa per verità, ma quanto baſta per dar adito a far paſſare di ſotto una corda, un rotolo, od una manovella, ec. lo che per lo più è ſufficiente. Altre fiate pure ſi caccia un po' più addentro la morſa ſotto il pezzo, che vuolſi ſmovere, e ſollevando la ſpranga, ſi fa sforzo contro la parte C, che ripoſa di ſopra. Fig. 11.

Il piè di capra, come ognun vede, non è altro che una Leva del primo genere, nell'uſo da noi prima deſcritto; imperocchè il punto A, ch' è appoggio, trovaſi collocato tra la potenza e la reſiſtenza. Nell'altro uſo, ell'è del ſecondo genere, poichè la reſiſtenza ſi fa nel punto C, tra la potenza, ed il capo o vortice della morſa, ch' è appoggiato per terra.

Eſſendo che queſt' iſtrumento s' impiega per ordinario per ſollevare gran peſi, il ſito, dov' è la piegatura, od il gombito della ſpranga, il qual ſerve di punto d' appoggio, e riceve lo sfor-

sforzo della resistenza, è sempre molto lontano dall' estremità, che tiensi colle mani; perciò la potenza, sempre molto più lontana dal punto d' appoggio, che la resistenza, ha sopra di essa un vantaggio considerabile per tale posizione.

I remi de' barcajuoli sono Leve del secondo genere, delle quali s' appoggia contro l' acqua un capo, mentre la potenza applicata all' altro capo opposto porta il suo conato su quel luogo del battello, a cui il remo s' attiene; questo luogo divide la lunghezza del remo in due parti, una delle quali colpisce l' acqua, mentre l' altra è messa in moto dal braccio del barcajuolo; sarebbe senza dubbio di molta utilità, che l' una e l' altra fossero assai lunghe; la prima, perchè corrisponderebbe a un volume più grande d' acqua, ed il punto d' appoggio ne diventerebbe più fisso; la seconda, perchè così metterebbe una grande distanza tra la potenza ed il punto d' appoggio: ma non mancano tampoco ragioni, le quali obbligano ad accorciare e limitare questa lunghezza da una parte e dall' altra secondo le circostanze.

Non si può allungare i remi dalla parte della potenza, senza ad un tratto esigere da essa un moto più grande; quello d'un uomo ha certi limiti, oltre i quali egli lavora con troppo stento: ciò si può arguire dal remar de' galeotti, allorchè sono quattro o cinque posti al remo medesimo; quelli che sono nell' estremità, quantunque i più robusti, possono appena reggere per pochi anni a questo violento esercizio. Ne' piccoli navigli, dove un sol uomo fa lavorar due remi, questa medesima lunghezza è ancor limi-

tata dalla poca distanza, che vi è da un fianco del naviglio all'altro; imperocchè il rematore, che sta affiso nel mezzo di cotesto spazio, è la potenza comune all'uno e all'altro remo.

I remi, che sono molto allungati dalla parte dell'acqua, esigono una navigazione assai libera; non se ne può far uso ne' piccoli fiumi, nè rampoco in quelli che hanno molte curvature o sinuosità, che sono pieni di scogli, o d'isolette, siccome nemmeno in que' porti che sono frequentatissimi e pieni, a cagione degl'intoppi che ivi si trovano; per queste ragioni senza dubbio i remi variano e nelle forme e nelle dimensioni, secondo le circostanze de' luoghi, e le differenti maniere di servirsene.

Il coltello del Fornajo, è altresì una Leva del secondo genere, allorchè fermato da un capo sopra una tavola, e girando attorno d'un punto fisso, vien portato dalla mano che tiene il manico, contro una pasta od un pane, ch'egli intacca e divide.

L'Altalena è una Leva del primo genere, che non si pena a conoscere, quando uñ si figura un lungo pezzo di legno, appoggiato su la sua metà, ed a' capi di esso caricato di due persone, l'una delle quali è traportata dall'altra, quando toccando il terreno col piede, o in altra guisa, solleva e alleggerisce d'una parte del suo peso il braccio della Leva, dov'ella è.

Le cesoje, le morse, le tanaglie, non sono nè pur esse altro, che Leve adunate, od assembrate per paja o a coppia; lo sforzo della mano o delle dita, che guidano le due branche o manichi, debb' essere considerato come

la

la potenza; il chiodo, o quel che ne fa le veci, è un punto fisso comune a tutti e due; quel che si taglia, o che si stringe, diventa la resistenza.

Di tali strumenti, quelli che sono destinati a fare grandi sforzi, come l'enormi cesoje de' Calderai, o de' Fabbri, e d'altri, che taglian metalli, hanno le branche, od i manichi molto lunghi, a comparazione delle parti taglienti, o sia delle lame: a questo modo, la potenza adoprando con un braccio di leva lunghissimo, è capace di vincere una resistenza ben grande. Per la ragion del contrario, nelle molette da fuocolare, che non hanno da far altro sforzo, che trasportare alcuni carboni, questa resistenza leggiera si fa nell'estremità dei due lunghi rami, o branchi, che sono leve del terzo genere; il luogo, dove si unisconо con una cerniera, o ganghero, e talvolta con una debolissima molla, o forza elastica, debbe considerarsi come il punto d'appoggio; e la mano che le regge, e le mette in opera, è la potenza.

Le cesoje, delle quali si fa uso nel frastagliare hanno i manichi lunghi, e le lame corte; non è però, che si abbia bisogno di una gran forza per tagliare della sottil carta; ma perocchè nel frastagliamento, si hanno spesso delle piccole parti da riserbare, bisogna che si possa a tempo ed opportunamente fermare le cesoje, il che si può fare agevolmente, quando il moto delle dita, che muove i manichi, ha molto più di ampiezza che quel delle lame.

Finalmente le braccia, le dita, le gambe degli animali sono pur leve, o adunamenti di leve moltiplici, onde la forza de' muscoli viene

impiegata nel modo più convenevole e più vantaggioso, sì per trasportare il corpo, sì per avvicinargli tutto quello che gli è necessario, ed utile, come anco per rimover da lui tutto quello, che gli sarebbe nocevole. Un Autore celebre (*Borelli, de Motu Animalium*) ha mostrato con esatta e particolar distinzione, in un' opera a ciò destinata, tutto il più osservabile ed importante, che spicca in quest' ammirabile meccanismo: coloro, che amano le ricerche anatomiche, vi troveranno assai cose lor confacenti, e curiose.

Nelle due prime Esperienze, essendo la Leva sostenuta orizzontalmente, noi abbiamo impiegato per potenza e per resistenza de' corpi pesanti, gli sforzi de' quali si esercitano con direzioni verticali, vale a dire, ch' eglino fanno angoli retti con la lunghezza della Leva, nel momento che queste forze cominciano a operare. Ma può accadere, e accade spessissimo, o per la situazione della Leva, o per la natura delle potenze che si adoperano, che i loro sforzi facciansi obliquamente; e perocchè in generale ogni forza che opera obliquamente, ha men d' effetto che quella, la cui azione è diretta, importa molto conoscere quel che aspettar si debbe da tale obliquità nell' uso delle Leve.

Quando le direzioni della potenza e della resistenza sono oblique alla lunghezza della Leva, può addivenire che lo sieno tutte due egualmente; può altresì darsi che queste direzioni ricevano differenti gradi d'obliquità, e che l'una o l'altra sia più o meno inclinata alla Leva: in questi diversi casi, ecco quì il più importante da saperst.

1. Lo

1. Lo sforzo d' una potenza è massimo, qualora la sua direzione è perpendicolare al braccio della Leva, nell' estremità del quale essa potenza agisce. Così il peso B, Figura 12. non basterebbe più per sostenere quello, ch' è in A, se in vece di pesare nella direzione *b* B, facesse il suo sforzo obliquamente, come *b* D, o *b* E.

2. Due forze che adoperano l' una contro l' altra, con le due braccia d' una medesima Leva, serbano fra esse la stessa proporzione, se le lor direzioni, di perpendicolari che sono, diventano egualmente oblique alla Leva. Vale a dire, che se i pesi P, R, Fig. 13. sono in equilibrio, l' equilibrio sussisterà fra essi, se le lor direzioni inclinandosi alla Leva, restano parallele l' una all' altra, come *a p*, *b r*.

3. Se queste direzioni ricevono differenti gradi d' obliquità, in guisa che l' una di esse faccia col braccio della Leva, un angolo più o meno grande, che l' altra, quella delle due, che più si dilungherà dall' angolo retto, *cæteris paribus*, renderà la potenza più debole. Una forza dunque, che sarebbe bastevole per sostenere la massa Q, adoperando secondo la direzione P *p*, Figura 14. nol sarebbe, s' ella uscisse da questa linea; e tanto meno lo sarebbe, quanto più si allontanasse, collocandosi ne' punti *c*, *d*, *e*, *f*. Tre sperienze renderanno evidenti queste proposizioni.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Fig. 15. rappresenta un piano egualissimo, e alzato verticalmente sopra una base; in F, sta fissata una cassa molto simile a quella d'una bilancia, per servir di sostegno ad una Leva G H, che vi si muove liberamente sopra due perni; I K, è una regola o norma, che scorre in un canaletto, e che porta nella sua estremità una carrucola mobilissima. Fassi passare sopra questa carrucola una cordicella minuta, che s'attiene da una parte all'estremità H della Leva, e ch'è munita dall'altro capo, d'un uncinetto, il qual serve a sospendere qualche peso. Mediante la carrucola, e la regola mobile, sopra cui ell'è fissata, si può variare, come si vuole, la direzione della cordicella, e per conseguenza la direzione ancora della potenza, che vi si attacca.

Mettonsi a bella prima in equilibrio due pesi in direzioni perpendicolari alle braccia della Leva, e poi facendo passare la cordicella sopra la carrucola, rendesi obliqua la direzione d'uno di questi due pesi, come *a* P, ovver *a* D, Fig. 16.

EFFETTI.

Quando la direzione della cordicella non è più perpendicolare alla Leva, lo sforzo della potenza P, non basta più per sostenere il peso dell'altra parte, e l'equilibrio non si rimette, fin a tanto che la cordicella non ritorni nella direzione *a* C.

SPIEGAZIONI.

Il peso essendo in C, fa equilibrio alla resistenza E, perchè agisce direttamente contro di essa; imperciocchè essendo la sua direzione *a* C,

pa-

parallela a *b* E, è lo stesso che se queste due forze fossero tutt'e due opposte nella medesima linea. Questa Leva del primo genere, le cui braccia son eguali, altro non fa che mettere le due forze in opposizione: se una d'elleno due E, tendesse naturalmente da giù in sù, si potrebbe collocarla in *a*, e l'equilibrio sussisterebbe fra esse, purchè le lor direzioni restassero direttamente contrarie. Questa opposizione diretta, è dunque una condizione assolutamente necessaria: per conseguenza, quando una delle forze ha la sua direzione perpendicolare ad uno de' bracci della Leva, stando tutte l'altre cose le stesse, convien che l'altra, per essergli eguale, faccia pure un angolo retto con l'altro braccio; e s'ella si scosta da questa direzione da un lato o dall'altro, il suo sforzo debb' essere men grande. Supponiamo esempigrazia, che la potenza adoperi secondo la linea *a d*; è evidente che la resistenza E, non sarebbe punto sostenuta: tanto meno dunque lo sarà, quanto la direzion della potenza sarà più inclinata al braccio della Leva, in cui adopera, o quanto più si allontanerà dalla linea *a* C, perpendicolare a questa medesima Leva.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Convien mettere la Leva GH, della macchina rappresentata con la *Fig.* 15. in una posizione obliqua, come *b i*, e sospendere alle estremità due pesi eguali.

EFFETTI.

La direzione della potenza e della resistenza, essendo quì appunto quella, che a tutti i corpi gra-

gravi è naturale da una parte e dall'altra è la stessa; forma ella colla Leva inclinata, angoli simili, *l i* F *b* F K, quest'egualità d'angoli sussiste, qualunque grado d'inclinazione che si dia alla Leva, e i due pesi conservano sempre il loro equilibrio.

SPIEGAZIONI.

Quando la Leva era orizzontale, Fig. 15. come GH, la distanza perpendicolare alla direzione delle potenze era la stessa, che la lunghezza delle braccia F G, F H, ch'era eguale di qua e di là: essendosi la Leva inclinata, come *b i*, questa distanza della direzione perpendicolare di ciascun peso, ha scemato delle quantità *l* H, *k* G; ma queste quantità sono eguali fra esse, per conseguenza le rimanenti *l* F, *k* F, conservano fra loro il medesimo rapporto di prima, per lo che l'inclinazione della Leva non ha mutato niente nell'equilibrio de' due pesi.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Col mezzo della macchina, Figura 15. che ha servito nelle due Esperienze precedenti, mettonsi in equilibrio due pesi eguali nelle braccia d'una Leva orizzontale; poi si fa passare la cordicella, che sospende l'uno de' due pesi, sopra la carrucola K, che si avanza più o meno per dare a questo peso successivamente le direzioni *a d*, *a f*, Fig. 17.

EFFETTI.

Quanto più la direzione della potenza diviene inclinata alla Leva, tanto più conviene aggiungere alla sua massa, per mantenerla in equi-

equilibrio con quella dell' altra parte : vale a dire, che s' era d'una libbra, quando la sua direzione era perpendicolare alla Leva, ne occor una e mezza quando la direzione è *a d*, e tre quand' ella è *a f*.

SPIEGAZIONI.

Posciachè lo sforzo della potenza è il maggiore che possa essere, allorchè la sua azione è nella direzione *a p*, perpendicolare alla Leva, come s' è provato con la III. Esperienza; ne segue necessariamente, ch' ella abbia men di forza, quando viene impiegata in tutt' altra direzione; e perocch' ella avea sol una forza eguale alla resistenza, essendo nella posizione più vantaggiosa; debb' essere insufficiente, quando riceve le direzioni oblique *a d*, *a f*; perciò non è possibile allora mantenere l' equilibrio, se non compensando con un' aumentazione di massa nella potenza, quel ch' ella perde per l' obliquità della sua direzione,

Per giudicare di tale diminuzione, cui è d' uopo compensare; o per conoscere di quanto è indebolita la potenza per li differenti gradi d' obliquità, che si danno alla sua direzione, prolonghiamo queste direzioni mercè di alcune linee indefinite *a i*, *a k*. Immaginiamoci quindi, che il braccio della Leva *a c*, giri sul suo punto d' appoggio, e descriva una porzione di circolo *a g h i k*; vi sarà un punto nella sua lunghezza *m*, ovver *n*, sopra il quale la direzione prolungata caderà perpendicolarmente; su questo punto dunque la potenza esercita tutta la sua forza; ma questo punto, come ben si vede, non è più nell' estremità del braccio della Leva; la sua distanza dal punto d' appoggio è molto mi-

minore; in una parola, quando la direzione della potenza è obliqua, come *ad*, è l'istesso che s'ella fosse perpendicolare al punto *b*; e quand'ella agisce con la linea *af*, ha sol la forza, ch'ell'avrebbe, s'ella fosse sospesa al punto *e*: ora questi due punti *e*, *b*, spartiscono questo braccio della Leva in tre parti eguali; e poichè l'altro braccio è della medesima lunghezza, egli ha tre parti simili a queste. La massa R essendo d'una libbra, moltiplicata per tre di distanza dal punto d'appoggio, dà 3, ch'è il valore della resistenza; se sospenderemo un'altra massa in *b*, per servir di potenza, bisognerà ch'ella sia d'una libbra e mezza, che moltiplicata per due di distanza, pareggierà il prodotto dell'altra parte: e se la collochiamo in *e*, la distanza dal punto d'appoggio non essendo più che 1, abbisognano necessariamente 3 di massa, per far equilibrio.

Queste masse 1 libbra e mezza, e 3 libbre, son, come si vede, in ragione reciproca delle distanze *bc*, *ec*, che mettiamo tra esse ed il punto d'appoggio: elleno hanno parimente l'istesso rapporto con le linee *cm*, *cn*, che sono doppie l'una dell'altra; e però che queste sono i fini degli angoli *cam*, *can*, si potrà capire in un modo più generale, quanto abbiam fin ora spiegato, riducendoci a questa proposizione: " i differenti sforzi d'una potenza applicata all'estremità d'un braccio di Leva secondo differenti direzioni, sono fra loro come i fini degli angoli, che queste direzioni fanno con la Leva. "

Segue pure da questa proposizione, che lo sforzo della potenza è il maggiore, ch'esser possa, quan-

quando la direzione è perpendicolare alla Leva, come già l'abbiam provato (III. Esperienza); imperocchè allora ella fa un angolo retto P *a c*, il cui seno è *a c*, cioè il raggio stesso, od il braccio intero della Leva.

APPLICAZIONI.

Vi ha un gran numero di macchine e di strumenti, che si fan muovere col mezzo d' un braccio di Leva, che nomasi *manetta*, o manubrio.

Qualunque figura, che le si dia; o si curvi, come quella dell' aguzza-coltelli, Fig. 18. e la maggior parte di quelle delle ruote, che fansi girare col piede; o si riduca nella forma simile ad un S, Fig. 19. come lo son d' ordinario quelle delle sambuche strumenti musicali, si riduce ella sempre ad un braccio di Leva retta, la cui lunghezza è determinata dalla distanza che vi è tra il manico B e l'occhio A, che riceve l'estremità del fusolo.

Nei casi, dove la resistenza non è notabile, poco importa, qual angolo faccia la direzione della potenza con la linea A B; ma quando s' abbia a menare grandi manubrj, con molto di forza, presto s' avvede chicchessia, che lo sforzo, col quale si opera non ha un eguale vantaggio in tutti i punti del rivolgimento. Questa ineguaglianza proviene dalle diverse maniere, onde la potenza si trova diretta, al braccio della Leva, mentre gira: questo si capirà facilmente, se s' immaginerà, che il manubrio C H, Fig. 20. riceve il suo moto circolare da una regola D H, che gli è unita, e che la spigne e la tira alternativamente. Imperocchè, secondo quello che abbiam provato colla terza Esperienza, questa rego-

regola adopera con tutto il vantaggio, ch'ella aver può, quando fa col manubrio un angolo retto, come CHD, oppur *cik*; sia nello spignere, o sia nel tirare. Ma quando il manubrio è ne' punti *b*, od *e*, si vede che la direzione della potenza, rappresentata dalla regola, fa con essa angoli, vieppiù acuti, e che tale obliquità diminuisce assai dello sforzo.

Quello che diciamo della regola DH, converrebbe dirlo del braccio d'un uomo, applicato ad una manetta, se altro egli non facesse, che tirare e spingere nella medesima direzione: ma egli fa di più; quando il suo sforzo s'indebolisce per una direzione svantaggiosa spingendo, porta innanzi il suo corpo, di maniera che una parte del suo peso va nella direzione *bf*, od *eg*; quando poi egli tira, s'abbassa, e si rovescia un poco, e con questi diversi mezzi, raddrizza ed aggiusta, dirò così, la direzione della potenza, e l'angolo, ch'ella fa con la manetta, resta più aperto di quel che sarebbe senza questi moti del corpo, i quali si fanno senza attenzione, e da operaj più zotici, che a tal uopo non han prese lezioni, se non dalla natura.

Ma cotali movimenti non si fanno senza stento; e sempre si dice con verità, che colui che volge la manovella non è nella sua piena forza, fuorchè in certe parti della rivoluzione: probabilmente per questa ragione nelle macchine, che si muovono con due manichi, v'è il costume d'opporre la lunghezza d'uno a quella dell'altro, come EF, e GH, Fig. 22. affinchè dei due uomini, che li menano, l'uno si trovi in una posizione favorevole, mentre l'altro fa-

tica

tica con isvantaggio ; ma questa disposizione o simmetria non mi pare già l'ottima.; io vorrei piuttosto , che i due manichi facessero insieme un angolo retto , che non che fossero direttamente opposti . Imperocchè, se si divida la rivoluzione intera in quattro parti, appar chiaro dalla Fig. 20. che un uomo, il quale solleva la manetta da *l* in *m* mercè l'azione de' muscoli , o che l'abbassa da *b* in *n*, mercè lo sforzo del suo peso, ha molto più di forza, che quando la porta innanzi da *m* in *b* , o la tira a sè da *n* in *l* : ma queste due ultime parti, come le prime, sono direttamente opposte fra esse ; quando allo stesso modo si oppongono le due manette , quei che le conducono, trovansi dunque nel medesimo tempo in piena forza , e nel medesimo tempo altresì nelle posizioni men favorevoli ; la stessa cosa non succederebbe se le manette facessero tra loro un angolo retto ; l'un dei due percorrerebbe l'arco *l m* , nel mentre che l'altro passerebbe per lo spazio *m b*.

Per cambiar la direzione del moto , accade sovente, che in luogo d'impiegare una Leva retta, si dispongono le due braccia in modo , che facciano un angolo al punto d'appoggio , come I K L, Fig. 22. Queste Leve angolari , che si chiamano *manici torti*, sono molto in uso per le trombe da cavar acqua , per li movimenti de' campanelli , che si pongono nelle stanze , per lo battere o suonare degli orologi , e dei penduli , e per infinite altre occasioni , dove l'azione del motore non può trasmettersi se non per vie indirette . Elleno hanno le stesse proprietà che una Leva dritta ; imperocchè, quando nel girare , coteste due braccia disposte a squa-

dra

dra trovansi oblique alle direzioni *m l*, *i n*, della potenza, e della resistenza, questa obliquità è eguale dall'una parte e dall'altra: *o* K *l*, *i* K *h*, sono simili; in breve, le distanze del punto d'appoggio K, dalle direzioni perpendicolari *m o*, *i h*, sono fra esse negli stessi rapporti, e nelle medesime relazioni, che 'l son L K, e I K.

Quello che fin ad ora noi abbiam chiamato il punto d'appoggio, debbe considerarsi come una terza potenza, che s'equilibra colla forza motrice o colla resistenza, o che concorre con l'una delle due, per sostener lo sforzo dell'altra: nelle Leve del primo genere, esempigrazia, il punto d'appoggio sostiene lo sforzo delle due forze, che son opposte di qua e di là; in quello del secondo e del terzo genere, egli non porta se non una parte di una di esse.

Non è sempre un punto fisso ed immobile, quello che serve d'appoggio; le più delle volte, son corpi flessibili, o che possono schiacciarsi, ovver corpi animati, la resistenza de' quali non regge ad ogni sforzo. Quando una grossa trave, per esempio, riposa per li due suoi capi sopra le due muraglie d'un edifizio, il suo proprio peso, o quello del quale ell'è caricata, le farebbe scrollare, se non fossero costrutte con bastevol sodezza. I muli che portano bare cavallereccie, soccombono sotto il carico, quando eccede le loro forze. E' dunque importante sapere, di quanto sia caricato il punto d'appoggio, o ciò che ne fa le veci, quando due altre forze adoperano l'una contro l'altra sopra la medesima Leva, affine di poterlo mettere in proporzione collo sforzo, ch'egli debbe sostenere. Ed essendochè questo punto

d'ap-

d'appoggio potrebbe di sua natura esser tale, che non resistesse egualmente in tutte le sorte di direzioni, conviene esaminare ancora, come si diriga lo sforzo, ch' egli sostiene, mercè le differenti direzioni che si posson dare alla potenza, ed alla resistenza. Noi abbiamo fatto precedentemente vedere, che l' azione d' una potenza (qualunque ella sia) applicata al braccio d' una Leva, risulta da due cose: 1. Dalla sua massa, o dal peso, a cui equivale, s'ell' è un ingegno elastico, s' è lo sforzo d' un animale, o qualsivoglia altra forza, non operante in virtù del peso. 2. Dalla sua distanza dal punto d' appoggio; ed abbiam dichiarato, da dove s' ha a contare tale distanza (*V. Sper. V. Fig.* 17.) Lo sforzo che proviene dalla massa, e che si può nominare *assoluto*, è limitato: una libbra, o l' azione d' una potenza equivalente a una libbra, quando ella pesa sul braccio d' una Leva, nella più vantaggiosa direzione, non può se non far equilibrio ad un peso pari, che gli sta opposto colle circostanze medesime. Ma lo sforzo, che nasce dalla distanza del punto d' appoggio, può crescere all' infinito; di modo che se l' un de' due bracci fosse 100. volte più lungo che l' altro, una libbra diventerebbe equivalente a 100. Qual sarà dunque il carico sopra il punto d' appoggio primieramente, se vi è equilibrio con egualità di massa; secondariamente, se le masse o le forze sono in equilibrio per l' inegualità delle loro distanze da esso punto d' appoggio?

Per rispondere alla prima dimanda, io dico, che se le direzioni della potenza, e della resistenza sono parallele fra esse, il punto d' appoggio trovasi caricato della somma delle due forze

assolute, ed il suo sforzo si fa in una direzione parallela a quelle della potenza e della resistenza.

Ma se le direzioni di due forze opposte sono inclinate l'una all'altra, il punto d'appoggio non porta se non una parte del sforzo assoluto; ne porta tanto meno, quanto elleno son più inclinate alla Leva; e la sua resistenza tende al punto di concorso di queste due direzioni: tre Esperienze serviranno a dilucidare, ed a provare il da noi quì detto.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Nel rovescio della macchina rappresentata nella *Fig.* 15. abbiam fissate, a due pollici di distanza dal piano, le carrucole A, e B, Fig. 23. che son mobilissime sopra i loro assi; e col mezzo delle quali sospendesi orizzontalmente una Leva d'acciajo DE, che tiensi equilibrata co i due piccoli pesi *p*, *r*; quindi sospendesi dal punto C un peso di 4 oncie, ed ai capi delle cordicelle sospendonsi altri due pesi, P, R, ciascun de' quali pesa 2 oncie.

EFFETTI.

Essendo tutto così disposto, il peso ch'è in C tiene gli altri due P, R, in equilibrio; se si levano via i due piccoli *p*, *r*, il peso di 4 oncie discende per la linea CI; e per lo contrario egli rimonta per la linea CF, se si fa eguale giunta alle masse P, R.

VII.

VII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Questa Esperienza si prepara come la precedente, eccetto che la Leva IK, *Fig.* 24. è più corta, che DE, *Fig.* 23. ed il peso L è sol di tre oncie.

EFFETTI.

Le due direzioni KN, IQ, delle due potenze P, R, essendo oblique alla Leva, a qualunque grado d'obliquità che si voglia, il peso L è sempre minore che 4 oncie per far equilibrio agli altri due, ciascun de' quali pesa due oncie: se le direzioni KN, IQ, diventan meno oblique alla Leva, come NO, QS, convien aumentare la massa L per conservar l'equilibrio, e quando cotesto peso discende, o rimonta, si fa sempre per la linea LM.

SPIEGAZIONI.

In queste ultime due Esperienze, si può considerare il peso P come la potenza; R, come la resistenza; e la massa sospesa al punto C, o L, come il valore dello sforzo, che si fa nel punto d'appoggio, quando tutto è in equilibrio; imperocchè è evidente, che senza quest'ultimo peso, la Leva sarebbe traportata da giù in sù dalle altre due potenze. Ora abbisognano 4 oncie nel punto C, quando le due masse P, R, sono di due oncie cadauna, e quando le loro azioni sono tutte due nelle direzioni perpendicolari alla Leva come A*d*, BE, (Fig. 23.) abbiam dunque avuto ragione di dire che in simil caso il punto d'appoggio è caricato dalla somma totale della potenza e della resistenza; e poichè il peso

so che rappresenta la forza del punto d'appoggio muovesi nella linea I F quando diventa più forte o più debole; quest' è un contrassegno, ch' egli adopera secondo questa direzione, parallela, come l'abbiamo accennato, a quelle della potenza e della resistenza.

Nell'altra Esperienza, vedesi ancor la prova dell' asserito da noi; il peso che basta per fermare il punto L della Leva contro gli sforzi che si fanno in I ed in K, non è di 4 oncie, come occor che lo sia, quando le direzioni delle potenze sono perpendicolari alla Leva, lo che ben prova, che il punto d'appoggio non è più caricato della somma intiera delle due masse P, R, e debb' esser la cosa non altrimenti, perchè, come l'abbiamo provato e spiegato, l'azione d'una potenza è altrettanto diminuita, quanto è obliqua la sua direzione al braccio della Leva, per cui ella opera: finalmente lo sforzo del punto d'appoggio si dirige al punto M, perchè ivi si riunisconо, mercè le loro tendenze, le due forze, alle quali egli resiste.

In quanto alla seconda dimanda, cioè qual è lo sforzo, che fassi sopra il punto d'appoggio, allorchè la potenza e la resistenza si mettono in equilibrio, mercè ineguali distanze fra esse: rispondo, che questo sforzo non è mai maggiore della somma delle forze assolute, o delle masse che sono opposte: vale a dire, che se il peso d'una libbra ne sostiene uno di 12, perchè agisce da un braccio di Leva dodici volte più lungo che quello dell' altra parte, il punto d'appoggio non può mai esser caricato se non di 13 libbre, e non di 24, ed il suo sforzo si dirige come nei casi precedenti, parallelamente alle di-

re-

zioni delle forze, ch'egli sostiene, ovver direttamente al punto del loro concorso, s'elleno sono inclinate l'una all'altra.

VIII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Sopra una medesima base AB, *Fig.* 25. si son alzati due pilieri, che scorrono dentro due cavitadi, in modo che possono accostarsi, e scostarsi l'un dall'altro; C, C son due carrucole, sopra ciascuna delle quali passa una cordicella, per sostenere una verghetta d'acciajo EE, col mezzo dei due piccoli pesi D, D; il pezzo FG, è una verga di ferro, ch'è un pochettino intagliata di sotto ne' tre quarti della sua lunghezza, e che col mezzo d'un peso attaccato in F, mettesi in equilibrio con se stessa, e coi piccoli pesi, D, D, che si accrescono quant'occorre per tal effetto.

Da prima sospendesi in F un peso di 6 oncie; in G, un altro peso di 2 oncie; ed aggiungonsi ai piccoli contrappesi, che sono in D, D, due masse di 4 oncie cadauna. Vedi alla Figura 26. ove si son rappresentate, con lettere di simili nomi, quelle quantità solamente, che fan molto per la Teoria.

EFFETTI.

Tutto è in bilico: 1. lo sono vicendevolmente le due masse ineguali applicate alla Leva, *Fig.* 2. questa Leva così caricata, ed i due pesi *d*, *d*, che sostengono il punto d'appoggio *e e*, o piuttosto, che rappresentano il suo sforzo; e se si sollevano un poco questi due ultimi pesi, subito il punto d'appoggio discende per la linea *e*K.

IX. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Bisogna allontanare, e separare i due pilieri A, B della macchina descritta (*Fig.* 25.) in tal maniera, che la direzione della cordicella di ciascun lato, diventi obliqua alla Leva, come *ce*, *ce*, Fig. 27.: quindi avanzata la verga *fg* fino ai due terzi della lunghezza della verghetta d'acciajo *ee*, mettonsi in L ed in M delle masse, quali abbisognano per tenere il tutto in equilibrio.

EFFETTI.

Allora il peso L si trova essere di 8 oncie, e quello ch'è in M, di 4 oncie, lo che fa in somma 12 oncie di massa; e quando tal quantità si diminuisce, o si sollevano questi due pesi, il punto d'appoggio H discende seguitando la linea H I; lo che si scorge facilmente se si colloca di dietro un filo a piombo. La stessa cosa accade, se si mette in H un peso di 8 oncie in luogo della Leva *fg* caricata dei suoi due pesi.

SPIEGAZIONI.

Nell'ottava Esperienza, evvi equilibrio tra una massa di *6* oncie ed un'altra di 2 oncie; perchè questa, ch'è il solo terzo dell'altra, è tre volte altrettanto lontana, ch'essa, dal punto d'appoggio; e s'è fatto per noi vedere, che in tal caso l'eccesso di velocità da una parte, compensa l'eccesso della massa dall'altra parte; ma quantunque una potenza cresca, a misura che il braccio della Leva diventa più lungo, non appar, che questo crescimento carichi per nulla

il

il punto d'appoggio; poichè lo sforzo che si fa in *g* (Fig. 26.) tuttochè equivalente al peso di 6 oncie, che pesa in *f*, non produce in *e* la somma di 12, ma solamente quella di 8, espressa dai due pesi *d*, *d*, di 4 oncie cadauno, ed eguale alle due masse, che sono in equilibrio colle braccia della Leva *fg*. La medesima cosa prova ancor più direttamente per la nona Esperienza, poichè sostituendo in H (Fig. 27.) un solo peso che pareggia in massa quello della Leva caricata, sussistono i medesimi effetti.

Se niente sostenesse la Leva (Fig. 26.), e le due potenze restassero in equilibrio fra esse, e perpendicolari alle estremità *f*, e *g*; è manifesto, che tutti i punti compresi tra questi ultimi due, caderebbono per linee parallele a quelle delle potenze; e ciò vedesi accadere, quando si sollevano un poco li due punti *d*, *d*: il punto d'appoggio discende per la linea *e*K; questa linea esprime dunque la sua tendenza da giù insù, o la direzione del suo sforzo.

Si può ancor dire, che se queste potenze cedessero di qua e di là allo sforzo che si fa nel punto H (Fig. 27.), purchè cedendo non mutassero relazione e corrispondenza, le due estremità della Leva descriverebbono discendendo, le parallele *e*N, *e*O, ed il punto d'appoggio troverebbesi sempre nella linea H I; il suo sforzo si fa dunque in questa linea, ove le direzioni delle potenze si uniscono, quando sono mutuamente inclinate.

APPLICAZIONI.

Poichè si può sapere quanto sforzo si faccia sopra un appoggio, o sopra tutto quello che ne tien le veci, qualor si conosce il valore assoluto

delle potenze e le lor direzioni in riguardo alla Leva, per cui elleno adoperano; ne segue, che potremmo ovviare agli accidenti, che nascono dalle disproporzioni, ovvero far valere le forze, che terrebbonsi per insufficienti, se non si sapesse applicarle con tutto l'avantaggio, ch' elleno ponno avere.

Si collochi, per esempio, un carico di 200 libbre nel mezzo d'una Leva, le cui estremità riposano sopra gli omeri di due uomini; questi due appoggi basteranno al carico, se ciascun de' portatori è capace di sostenere 100 libbre. Ma se uno non ne può portare se non 50, quand' anche l'altro regger potesse ad uno sforzo di 150 libbre, il più debole nè più nè meno soccomberà, finchè il peso starà a distanze eguali tra il suo collega e lui; e tutti due diventeranno inutili per l'opera che da lor s'attendeva. Ma si ponga il carico più lungi dal portator più debole; e le braccia della Leva divenute ineguali, stieno in ragion reciproca degli sforzi, di cui son capaci i due uomini; ed allora il peso sarà sostenuto, come da prima sarebbesi potuto sostenere da altri due uomini, atti ciascheduno ad uno sforzo di 100 libbre.

Se un Legnajuolo porta una piccola trave, sempre la pone su la sua spalla per lo mezzo appresso a poco della sua lunghezza: ponendola così, egli porta solo il peso del pezzo di legno, perchè i due capi si fanno reciprocamente equilibrio, ed il punto d'appoggio è sol caricato della somma totale delle due masse. Ma s'egli se la recasse in ispalla nel sito d'essa trave che corrisponde ai due terzi, od ai tre quarti della sua lunghezza, sarebbe costretto, per impedirne la ca-

caduta, di rattenerla con le sue braccia dal capo più corto, e questo sforzo equivalerebbe ad un peso, che farebbe equilibrio con l'eccesso di lunghezza che avrebbe la trave nella parte opposta; la spalla del portatore sarebbe dunque inutilmente caricata di questa quantità di più.

Questi due esempj sono così semplici, e s'incontrano tanto spesso, che i più di coloro che ci dan motivo di osservarli, suppliscono (per vero dire) al raziocinio col solo abito da lor fatto, e con l'istinto della natura. Ma si danno casi presso che infiniti, ne' quali si ha bisogno d'essere instrutto, e di riflettere; e dove non si riesce, fuorchè con una applicazione ragionata di questi medesimi principj, de' quali naturalmente abbiamo un'idea confusa.

Solo eziandio in riflettendo su queste leggi della natura, si può render conto d'un numero infinito di precauzioni e d'usi, che noi riceviamo per sicuri fin dall'infanzia, e che son parto de' nostri bisogni, e della nostra industria.

Per qual cagione, esempi-grazia, un uomo, che tira un battello, o qualche peso attaccato all'estremità d'una corda, si piega innanzi, e s'abbassa? perchè unisce coll'azione de' muscoli una parte del peso del suo corpo, per vincere la resistenza, contro la quale egli adopera? Ma se gli manca un punto fisso, se quello ch'egli ha non l'è abbastanza, o di sua natura, o per una direzione svantaggiosa, s'egli cammina sopra un piano mobile, qual, v. g. è un battello non fermo, s'egli è sopra un terreno sdrucciolevole, o inclinato: tutte queste cause, che si riducono a un difetto d'appoggio, rendono i suoi sforzi inutili, o ne diminuiscono gli effetti.

Per

Per ovviare ad inconvenienti di questa fatta gittasi della cenere o del letame sopra i luoghi frequentati, che son coperti di brina gelata; e ne' fitti Inverni mettonsi le punte ai ferri de' cavalli, lo che si chiama, *inferrare a diaccio*: se non si adoprasse quella punta, o calcagno di ferro nelle suole, o nei zoccoli per pungere ed intaccare il ghiaccio, dove potriasi prendere il suo punto d'appoggio per iscagliarsi e progredire sopra un piano, il cui più considerabil vantaggio è non avere alcuna ineguaglianza che possa fermare il piede? I popoli del Nord, che spessissimo sono costretti di viaggiare sulla neve, camminerebbono sopra un appoggio non ben fitto, nè saldo, se non avessero l'avvedimento di porsi ne' piedi certe racchette molto più larghe, che non sono l'ordinarie suole delle nostre scarpe; con tal mezzo s'appoggiano camminando sopra una parte più grande di piano, lo che supplisce al poco di solidità di esso piano.

Quando è tirata da cavalli una vettura sopra una strada ripida, ciò, che lor dà travaglio, e più li sfinisce, non è solamente il peso del carico, cui traggono, che allora è meno sostenuto dal terreno; ma oltracciò l'inclinazione d'esso terreno, che lor presenta il punto d'appoggio in una direzione molto obliqua a quella del loro sforzo; imperocchè le loro gambe, dirò così, irrigidindosi contro il terreno, s'inclinano pel medesimo verso che esso; e ben si capisce, che quanto più elleno s'accostano al parallelismo, tanto meno i piedi sono appoggiati: il perchè spesse fiate si dispongono a bello studio in così fatti terreni certe ineguaglianze di tratto in tratto, che facilitano la tiratura, non molto dissimili

da'

da' gradini delle noſtre ſcale, che preſentando un piano orizzontale allo sforzo del piede, che faſſi in una direzione quaſi verticale, reſiſtono molto meglio, che non potrebbon fare le porzioni del piano inclinato, ſopra le quali coteſte inegualianze ſono praticate.

Coloro che hanno fatto l' uſo di lavorare a tornio, debbon ſapere quanto ſia neceſſario che una Leva ſia bene appoggiata, per ſoſtenere gli sforzi oppoſti della potenza e della reſiſtenza; imperocchè, che coſa è una forbice, un bulino, una ſubbia, ſenonſe una Leva del primo genere, appoggiata ſur un ſoſtegno, e il cui tagliente o punta, guidaſi dalla mano del Torniere contro un pezzo di legno, di rame, di ferro ec.? Se il ſoſtegno non è di per ſe ſteſſo ben fitto e ſodo; ſe non è proporzionato agli sforzi, che dee ſoſtenere; ſe la ſua poſizione, o quella dell' ordigno ch' egli ſoſtiene, dà alla ſua reſiſtenza una direzione ſvantaggioſa, ne riſultano, come ben ſi sa, molti cattivi effetti; le materie dure ſi torniano a onde; quelle che ſon tenere, ſi rotondano imperfettamente; l' ordigno, o ſtrumento s' incaglia, o fa de' tratti falſi; in ſomma in un tornio egli è un difetto eſſenziale, quando ciò che dee ſervire d'appoggio agli ordigni, manca di ſolidità, o de' moti neceſſarj per dargli le direzioni più convenevoli; e colui che non sa ben ſituare e vantaggioſamente il ſoſtegno non è un valente Torniere.

DEL-

DELLE MACCHINE

Che sono composte di Leve, o che s'adoperano, e s'esercitano come Leve.

Le Leve entrano nella costruzione d'un così gran numero di macchine, che non sarebbe possibile farvele osservare con esatto e minuto divisamento. Gli Autori, che più ampiamente hanno trattato delle Meccaniche, sonsi con ragione dispensati da questo superfluo esame, e si son contentati, dopo d'avere stabiliti i principj, d'indicare con alcuni scelti esempj, l'applicazione, che fassene nell'Arti: i limiti, che ci siam prescritti, esigono, che con maggior riserva ancora noi procediamo: il perchè ci ristringeremo a ragionar quì delle sole macchine men composte, di quelle cioè che così poco dalla semplicità della Leva si dilungano, che talor si noverano fra le Macchine semplici.

Della Bilancia comune, e della Romana.

La bilancia ordinaria rappresentata dalla *Fig.* 28 è una Macchina, che serve a mettere in equilibrio due quantitadi eguali di materia, in tal guisa che, se si conosce il peso dell'una, si sa, con tal mezzo, quanto pesi l'altra.

Questa Macchina è composta d'una *spranghetta* AB, la cui lunghezza è divisa in due parti eguali da un *asse*; di due *piattelli*, CD sospesi alle due estremità delle braccia della spranghetta; e d'un *incastro*, o cassa EF, che serve di appoggio all'asse, dov'è il centro del moto.

Si

Si conosce agevolmente, che questa bilancia non è altro che una Leva sparita in due braccia eguali dal suo appoggio, e caricata degli sforzi d'una potenza, e d'una resistenza, le cui direzioni o sono parallele fra esse, o perpendicolari alla sua lunghezza, quand'ella è orizzontale come AB; o fanno con essa lunghezza angoli eguali di qua e di là, quand'è inclinata come *a b*; di maniera che se fosse possibile fare una bilancia d'una materia inflessibile, e senza gravità, noi averemmo poche cose da aggiugnere a quello che abbiamo detto e provato precedentemente. Ma essendo noi nella necessità di fare la spranghetta di qualche materia dura, come di ferro, o di ottone, e di darle una figura, e delle dimensioni, che la impediscono dal piegare, noi perdiam qualche volta di vista ciò che la Teoria prescrive; però credo sarà a proposito esaminare in poche parole, come si renda giusta una bilancia, e quello che può farla difettosa.

Le qualità essenziali d'una bilancia sono 1. una grande mobilità: vale a dire, che la più piccola differenza tra le due quantitadi di materia, ond'ella è caricata, dia il tracollo alla spranghetta, acciocchè si possa poi riguardare il suo stato di equilibrio, come il segno certo di un'eguaglianza perfetta nelle masse quinci e quindi collocate, 2. Che le sue braccia sieno sempre ben eguali; imperocchè, se nol sono, misureranno distanze ineguali del punto d'appoggio dall'estremità o sia dai punti di sospensione, ove si fanno gli sforzi delle potenze, e due masse eguali non potranno starvi in bilico. 3. Che le braccia sieno in una medesima direzione; imperocchè sarà difficile giu-

dica-

dicare, se fanno angoli eguali da una parte e dall'altra con le direzioni delle potenze. Non è sì facile combinare assieme questi tre punti di perfezione; s'incontrano da vincere nella costruttura di quest'istrumento, molte difficoltà, e nell'uso istesso, una bilancia esige certe attenzioni, senza le quali la più esatta cessa di esser tale.

La mobilità d'una bilancia dipende principalmente da tre cose: cioè, dal più o meno di attrito o sfregamento, che si fa nell'asse; imperocchè sappiamo che quest'è un ostacolo al moto; dalla posizione del centro di gravità, che può essere collocato fuori del centro di moto, e delle lunghezze delle braccia, poichè un piccolissimo peso può fare un grande sforzo, essendo molto lontano dal punto d'appoggio.

Per rendere le bilancia più mobile con la diminuzione dell'attrito, bisogna che la pressione nel punto d'appoggio sia la minor che si possa; e quindi è, che fassi leggerissima la spranghetta delle bilancie de' saggi, ove s'ha bisogno d'una somma mobilità: ma convien avvertire parimenti, ch'essendo troppo debole non pieghi o si curvi sotto il carico de' piattelli; imperocchè la sua curvatura avrebbe degli altri inconvenienti, che fra poco noi toccheremo. Colla mira altresì di scemar l'attrito dell'asse egli si suol fare un poco in coltello: e questa pratica è buona, purchè tuttavia il luogo del buco, su cui regge, sia, com'egli, durissimo; imperocchè altrimenti, o scaverebbe ed affonderebbe col tempo, o si schiaccerebbe da se stesso; e la sua mobilità, in luogo d'aumentarsi, scemerebbe notabilmente.

Se

Se la spranghetta della bilancia è sospesa per lo centro della sua gravità, le sue due braccia saranno sempre in equilibrio, in qualunque situazione che si mettano; ed ogni poco che uno di essi più dell'altro sia caricato, la bilancia tracollerà: questa estrema mobilità diventa incomoda nell'uso ordinario, perchè è duopo di molto tempo, e di grand'attenzione per caricare i piattelli con un'egualità così perfetta, come bisognerebbe per tenerli in equilibrio; laonde si suole collocare il centro del moto al di sopra di quello della gravità. Si può vedere dalla *Fig.* 29. con qual riserva s'ha da usare questo correttivo, il quale, a parlar propriamente, non è altro che una imperfezione messavi a bello studio; imperocchè, se il triangolo A B C rappresenti una spranghetta di bilancia mobile sul punto C, e le si faccia prendere una situazione inclinata come *a b*, il centro di gravità, ch'è nella linea C D, quando le due braccia sono in un piano orizzontale, troverassi allora nella linea C *d*, e farà sforzo per ritornare nella linea verticale, ch'egli ha lasciata; se gli sarà libero tornarvi, l'accelerazione della sua discesa lo farà passar oltre, egli verrà in *f*; e quest'è quello che cagiona que' crolli reciprochi, che in tutte le spranghette di bilancia si osservano, e che non darebbonsi, se il centro di gravità non fosse più basso che il centro del moto.

Poichè tali spranghette non possono inclinarsi senza che il centro di gravità si sluoghi, o trasporti, e così fatto traportamento non può avvenire senza un particolare sforzo; egli è evidente, che una tale costruzione toglie alla bilancia una parte della sua mobilità, e che non si deb-

si debbe allontanare il centro del moto, se non il meno che si possa, da quello della gravità; massimamente quando la bilancia ha da servire a pesar merci preziose, le cui minime quantità debbono calcolarsi.

La lunghezza delle braccia contribuisce altresì alla mobilità della bilancia, per la ragione, che abbiam detta: quest' è un mezzo, che per se stesso potria render sensibile il peso delle più picciole porzioni di materia; ma una spranghetta di bilancia non può acquistare una maggior lunghezza, se non con diventare più pesante o più flessibile: l'un e l'altro son da temersi; il primo, perchè accresce l'attrito per la maggior pressione nell'asse; il secondo, per la ragione, che siam quì per riferire.

La seconda condizione da noi dimandata per fare una puntual bilancia, si è, che le sue due braccia sieno perfettamente eguali: ora non basta che lo sieno quando si fabbrica l'istrumento, bisogna di più che non cessino d'esserlo nell'uso. Se la spranga trasversale non ha tutta la rigidezza o durezza necessaria, curvasi sotto il carico de' piattelli; e questo curvamento, anche picciolissimo, diminuisce la mobilità, e mette dell'incertezza degli effetti della bilancia. Imperocchè primieramente se la linea retta A B (*Figura* 30.) diventa curva, come *a* C *b*, le curvature da una parte e dall'altra si riducono alle due linee rette *a* C, C *b*, e formano con la linea *a b* un triangolo, al quale si può applicar ciò ch'è stato detto di quello, cui rappresenta la *Fig.* 29. In secondo luogo, le direzioni delle potenze *a f*, *b g*, non fanno più angoli retti colle braccia curvate della spranghetta. Per vero dire, questo non

è un

è un inconveniente, se i detti angoli, tuttochè differenti da quel ch' erano prima, sono tuttavia simili fra' essi; e per accertarsene appunto, s' erge un ago ad angoli retti, sul bel mezzo della spranghetta. Se la cassa è sospesa liberamente, prende di per sè stessa una direzione verticale, che fa conoscere quando l' ago è perpendicolare al piano dell' orizzonte; ed allora si giudica che le due braccia della bilancia fann' angoli simili, colle direzioni delle potenze, onde son caricate: ma ciò suppone, come ognun vede, o che la spranghetta è rimasta dritta, o che s' è curvata egualmente di qua e di là; imperocchè se la parte C *b* ha piegato d' avantaggio che quella dell' altra parte; la linea sarà più corta che *a* C, e la sua inclinazione non sarà la stessa.

Questa differenza d' inclinazione, che deesi temere se la spranghetta è flessibile, e la difficoltà di stimarne il più ed il meno nella pratica, sono ragioni sopra le quali io stabilisco la terza condizione: se, per la scelta della materia, per la foggia di lavorarla, per una figura o per certe dimensioni ben studiate ed eseguite, si fabbricherà una bilancia in maniera tale, che le sue braccia sieno inflessibili, senza pregiudizio delle altre qualità necessarie, esse braccia saranno sempre in una medesima direzione, ed il loro equilibrio dipenderà unicamente dall' egualità delle masse, onde saran caricati: ciò tuttavolta non debbe intendersi se non della spranghetta sola, ed allorchè non è caricata de' suoi piattelli; imperocchè i punti di sospensione mutano luogo, quando la spranghetta s' inclina, e per questa ragione l' una delle potenze s' avvicina, e l' altra s' allontana dal punto d' appoggio come vedrassi dalla *Fig.* 31.

Sieno A, B, i due fori, ove s'attaccano gli uncini od annelli, donde pendono le lanci: finchè la ſpranghetta è orizzontale, i punti di ſoſpenſione ſono in *a* ed in *b* a diſtanze eguali dal centro di moto; ma ſe s'inclina come DE, gli annelli sdrucciolano, e l'un de' due trovaſi in *d* più lontano, e l'altro in *e* più preſſo che non era, al centro del moto. Per queſta ragione una ſpranghetta ſola fa molti crolli ſu e giù e ne fa meno, quando da lei pendono i ſuoi piattelli; particolarmente quando la incliniamo aſſai, perchè allora ella perde intieramente il ſuo equilibrio.

Si può oſſervare eziandio, che facendoſi ordinariamente de' fori grandi per dare maggior libertà agli annelli, quantunque i loro centri ſieno nell'iſteſſa linea, che il centro dell'aſſe, le due braccia non per tanto, cioè le due linee *ac*, *bc*, non ſono nella ſteſſa direzione; e queſt'è una coſa, alla quale ſi debbe aver riguardo nella coſtruzione delle bilancie, poichè ciò ſolo può eſſer cagione che il centro di gravità ſi trovi fuori del centro di moto.

L'ago, che ſi pone ſu la ſpranghetta, per conoſcere quand'ella ſia in una direzione orizzontale, peſa in parte ſu l'uno delle due braccia, quando la bilancia s'inclina, come appar dalla Fig. 32; e per queſta ragione, ogni volta che eſſo ago paſſa la linea verticale da una banda o dall'altra, egli ſarebbe cagion d'errore, ſe non vi ſi ovviaſſe con un contrappeſo *bt*, che ſi mette in uſo a bello ſtudio nella parte oppoſta ſotto la ſpranghetta; ma queſto contrappeſo non impediſce fuorchè una parte del male, ſe non è d'una gravità perfettamente eguale a quella dell'ago; lo che non è facile, quando la ſpranghet-

ta

ta *m n* l'ago *k l*, ed il contrappeso *h i* sono d'un medesimo pezzo, come si suol fare per ordinario.

Una bilancia perfettamente costrutta, potrebbe anche mancar d'esattezza per la maniera di servirsene; a cagion d'esempio, potrebb'ella non essere più abbastanza mobile, e fin diventar falsa, per inegualità di lunghezza nelle sue braccia, se non si proporzionassero alla forza della sprangheta le masse onde si caricano le due lanci; imperocchè allora una grande pressione nell'asse vi cagionerebbe troppo attrito, e le braccia potrebbono curvarsi, lo che equivalerebbe a difetti provegnenti da una mala costruzione. Si correrebbe rischio pure di pigliar per equilibrio ciò che non l'è, se la cassa mal sospesa, o sforzata, non prendesse direzione verticale; imperocchè allora la spranga potrebbe non essere orizzontale, senza che niun se n'avvedesse; e dal già detto di sopra, ben s'è potuto scorgere, che tal posizione è quella, da cui si ha a temer men d'equivoco che altronde; ma non ne va però esente affatto; si può fare una bilancia falsa, in cui serbisi questa proprietà di star in bilico con se stessa in una direzione orizzontale; uno de' due bracci può essere più corto, ma pesante del pari che l'altro: finchè i piattelli saranno vuoti, l'equilibrio sussisterà; ma se saranno caricati di quantità eguali di materia, il piattello pendente dal braccio più lungo vincerà l'altro; imperocchè pesi eguali non ponno stare in equilibrio, se non a distanze eguali dal punto d'appoggio.

La bilancia Romana, o sia Stadera, cui rappresentata abbiamo con la Fig. 33. è anch'essa una Leva del primo genere, che differisce dalla bilan-

cia ordinaria in quanto che mette in equilibrio due potenze inegualissime fra loro: un solo peso P, il qual si mette a varie distanze dall'asse o punto d'appoggio, serve a pesare quantitadi molto più grandi l'une dell'altre, le quali s'attaccano all'uncino B, perchè il braccio di Leva C H essendo diviso in gradi, o libbre, oncie, ec. ed essendo nota la potenza P, si sa quanto la resistenza ha più di massa, dal divario che trovasi nelle distanze comprese tra l'una e l'altra, ed il punto d'appoggio.

Noi non ci fermeremo su questo istrumento, perchè gli si può applicare quasi tutto quello che abbiam detto di sopra intorno alla bilaccia ordinaria: basterà solo notare, che la Stadera a marco è d'un uso per verità comodissimo, in quanto che non avendo bisogno se non d'un solo peso non gran cosa notabile, ell'è almeno in picciolo, maneggevole, e assai portatile; e quando s'adopera in grande, sopra masse pesantissime, e che non si possono dividere, siam dispensati dall'aver alle mani un gran numero di pesi difficili da raunare insieme, ed il punto fisso n'è molto meno caricato; ma convien osservare parimenti che quest'istrumento non può servire a pesare pontualmente quantitadi picciole, perchè non è abbastanza mobile, lo che nasce principalmente dall'esser molto corto un de' suoi bracci.

Delle Carrucole.

La Carrucola, *Fig.* 34. è un corpo rotondo, e ordinariamente piatto, mobile sopra 'l suo centro C, e la cui esteriore circonferenza è scana-

la-

fata, perchè vi si possa addattar fune o canapo, o catena, per tirar su pesi: Vi si applica da una parte la potenza E, F, o G, e dall' altra la resistenza R.

Bisogna o che la corda meni la carrucola, o che la carrucola meni la corda, e però quando si può temere che questa scorra sopra quella, si scava la girella in forma d' angolo, ovver si guernisce di punte. Fig. 35.

Il corpo della carrucola si muove per l' ordinario in una forma o incastro C D, che sostenta l' asse: l' uso è di fissare le due estremità dell' asse nella forma, e di far girare la carrucola di sopra; sarebbe meglio fissar l' asse alla carrucola, e far girare il tutto insieme ne' buchi della forma, perchè facendosi il moto sopra men di superficie, vi sarebbono meno attriti; e quand' anche i fori della forma s' ingrandissero col tempo, non essendovi se non la parte inferiore che riceve lo sforzo, la carrucola nè più nè meno girerebbe perfettamente; dove all' incontro questo non può farsi, qualora il centro della carrucola sia troppo aperto.

Le sperienze che quì addurremo, daranno a conoscere, 1. che una carrucola può essere adoperata come una Leva del primo genere, che ha le braccia eguali, e sopra la quale due potenze di forze assolute eguali, stanno sempre in equilibrio, piglino esse quai direzioni si voglia. 2. Che le potenze che s' applicano alla carrucola, tanto più forte hanno la loro azione, quanto maggiore è la loro distanza dall' asse. 3. Che l' asse è caricato della somma totale della potenza e della resistenza, e che il suo sforzo si fa in una direzione parallela alle direzioni loro, e tendente al loro punto di concorso.

X. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 36. rappresenta una macchina composta di due pilieri o colonnette alzate e fissate sopra una tavoletta più lunga che larga, l' uno d' essi porta una carrucola di metallo traforata e aperta, e l' altro una Leva a squadra di braccia eguali, e che gira liberissimamente sopra 'l suo chiodo e nello stesso piano che la carrucola.

Da prima fassi passar sopra la carrucola una cordicella, a' capi della quale s' attaccano due pesi eguali P, R, che lasciansi agire in direzioni parallele e verticali come AP e BR.

Quindi trasportasi il peso R alla cordicella, che s' attien al braccio E della Leva angolare e si colloca la cordicella della carrucola, come PA, FE.

Finalmente il peso R, rimettendosi al suo luogo, e la Leva angolare venendo girata in maniera che D sia in *d*, ed in E in *e*, s' attacca il peso P all' estremità d' una cordicella *dp*, e la cordicella della carrucola che lo sosteneva, al braccio della Leva che gira.

EFFETTI.

I due pesi P, R, sono sempre in bilico, non solo quando tutti due han direzioni parallele e verticali, ma ancora quando uno di essi agisce orizzontalmente su la carrucola, o sia che la corda abbracci i tre quarti della carrucola, o che n' abbracci solo un quarto.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

La carrucola AFB, può considerarsi come un adunamento di Leve del primo genere; le cui braccia sono eguali, e che hanno un punto d' appoggio comune al centro C, dov' è l' asse. Quando la cordicella è verticale da una parte e dall' altra, se non può scorrere su la carrucola debb' avere l' istesso effetto che se fosse di due pezzi, uno de' quali fosse attaccato in A, e l' altro in B. Vi è dunque equilibrio tra i due pesi P, R, perchè la loro azione s' esercita a distanze eguali dal punto d' appoggio, e ciascuno d' essi fa il suo sforzo in una direzione perpendicolare al braccio della Leva AC, o BC.

L' equilibrio sussiste per le stesse ragioni negli altri due casi; i raggi GC, ed FC, sono eguali ai due primi AC, BC; e le direzioni EF, ed eG lor sono perpendicolari, come RB è perpendicolare a BC: non vi è altra differenza, se non che le due potenze adoperan da bella prima per mezzo d' una Leva dritta AB, e che dipoi sono come applicate a Leve angolari ACG, od ACF; lo che è la stessa cosa, quanto agli effetti, come abbiamo di sopra mostrato (*a carte* 37.).

XI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La Figura 37. rappresenta una carrucola composta di più piani circolari, che lascian fra loro alcune grossezze, e le circonferenze de' quali sono scavate a gola; i diametri, e per conseguenza i raggi di questi circoli, sono fra essi come i nu-

meri 1, 2, e 3. Sopra la più picciola delle tre circonferenze si è posta una corda, dalla quale stan pendenti due pesi di 6 oncie cadauno; si son fissate in *a* e in *b* due altre corde, che abbracciano l'altre due circonferenze, e che pendono perpendicolarmente ne' punti 2 e 3.

EFFETTI.

Quando i due pesi sono in H e in I, vi ha equilibrio tra 6 oncie da una parte, e 6 oncie dall'altra. Se si toglie quello ch'è in H, un altro peso di 3 oncie fa la stessa cosa K; e quando quest'è tolto, 2 oncie situate in L sostengono il peso di 6 oncie in I.

SPIEGAZIONI.

Il raggio C 2 essendo eguale a C *d*, vi è equilibrio tra due pesi eguali; perchè i loro sforzi si fanno a distanze eguali dal punto d'appoggio. Ma C 2 essendo doppio di C *d*, l'equilibrio dee nascere tra due masse, che sono in ragione reciproca di queste due lunghezze: così 3 oncie ne sostengono 6: e per la stessa ragione 2 oncie bastano ad una distanza, che pareggia tre volte C *d*.

XII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La carrucola G H, Fig. 38. è sospesa per lo suo asse in due piccole fibbie di metallo, sostenute quinci e quindi da cordicelle, che passano sopra due carrucolette, e che si riuniscono a due pesi eguali B, D, di maniera che la carrucola

gran-

grande ha due moti ; imperocchè ella gira sul suo asse all' ordinario, ed il suo asse può discendere con essa una certa quantità, quando la resistenza de' pesi B D, vien a cedere.

EFFETTI.

Questi due pesi cedono, la carrucola discende due pollici incirca, allorchè altri due pesi E, F, che pesano insieme e con la carrucola un po' più che B, D, trovansi in direzioni parallele e verticali: e la carrucola rimonta in parte, allorchè levatosi il peso F, si ritien colla mano la cordicella nella direzione A C.

SPIEGAZIONI.

Quando i pesi E, F, sono parallelamente sospesi, i loro sforzi sono perpendicolari a G, H, che debbonsi considerare come l' estremità d' una Leva retta. E noi abbiamo già mostrato che in simil caso il punto d' appoggio porta la somma totale delle due masse; l' asse che lo rappresenta, soffre dunque da su in giù uno sforzo che eguaglia i due pesi E, F, e quello della carrucola presi insieme; gli altri due B, D, che s' oppongono alla sua discesa, e che rappresentano la sua resistenza da giù in su, sono un poco più deboli di cotesta somma, il perchè la carrucola discende. Ma ella si rialza, quando una delle bande della corda cessa d' essere parallela all' altra; imperocchè allora lo sforzo, contro cui regge, si fa secondo la linea I K, ed ha ormai un' azione soltanto obliqua contro le potenze B, D.

APPLICAZIONI.

La carrucola adoperata come Leva del primo genere, è un mezzo semplice e comodo, e di cui

cui ci vagliamo frequentemente per cambiar la direzione del moto. Imperocchè in quasivoglia maniera che presentisi una potenza nel piano dov' è la carrucola, ella trovasi sempre perpendicolare a qualcuno de' raggi, lo che gli conserva tutta la sua intensità. Perciò, quantunque un cavallo od un bue eserciti naturalmente la sua forza in una linea orizzontale, si può nulladimeno con ricorsi e corrispondenze di carrucole applicare i suoi sforzi a resistenze, dirette verticalmente; tuttochè un peso sempre tenda a cadere, egli può alzarsi, se col mezzo d'una carrucola vien messo in opposizione con un più forte.

Le Leve cubitate o angolari, come già abbiamo detto di sopra, cambiano anch' esse le direzioni; ma la carrucola ha questo vantaggio sopra di esse, che rende il moto continuo, e conserva le potenze sempre nelle medesime direzioni date già loro da principio. Questa differenza si scorge facilmente dalla sola inspezione delle Figure 22, e 36.

Essendo che una carrucola che ha più gole concentriche (*Fig.* 37.) servir può a pareggiar forze che son differenti tra esse, qualora i diametri di queste gole sono in proporzioni mutue convenienti: ne viene in conseguenza che si possa mantenere l'equilibrio, ovvero una corrispondenza o relazione costante tra due potenze, le di cui forze relative continuamente si cambiano. Imperocchè in vece di più gole concentriche, se ne può far sol una, che non ritorni in se stessa, ma che prendendo la forma spirale, si dilunghi a poco a poco dal centro, secondo la proporzione, onde l'una delle due forze s' indebolisce.

Una

Una delle più felici applicazioni fattesi di questa conseguenza, è d' aver resa uniforme l' azione delle molle o degl' ingegni, che avvivano gli oriuoli a ruota, ed i penduli. Detto abbiamo nella seconda Lezione (*Tom. I. pag.* 88. *Fig.* 10.), che coteste molle, come tutte le altre, oprano sempre più fiaccamente, a misura che si allentano oprando; le ruote, le quali son da esse poste in moto, opponendo sempre la medesima resistenza, chiaro è, che l' oriuolo od il pendulo andrebbe sempre ritardandosi, per tutto il tempo che la molla impiegasse nello svilupparsi, se non si fosse trovato un mezzo di ovviare a tale incoveniente. In luogo di avvolgere sopra un cilindro la catena, che serve a tendere la molla, essa catena riceveasi sopra un rocchello, la cui figura è tale (*Fig.* 39.), che i giri così vanno sempre scemando di diametro, come la tensione della molla cresce. Tutta l' arte consiste in trovare questo rapporto, e questa mutua ragione; imperocchè la teoria non può servire, fuorchè a girvi da presso, ma non a coglierla; gli Oriuolai son sempre obbligati di procedere ad esperimenti, perchè le molle non sono mai regolarmente flessibili, ed elastiche in tutte le parti della loro estensione.

Quando si sa, di quanto l' asse d' una carrucola debb' essere caricato, son appresso a poco note le dimensioni più convenevoli, che se gli hanno a dare; quello che debb' aversi principalmente in mira, si è, ch' egli sia forte abbastanza: in secondo luogo, che abbia sol la grossezza necessaria, affin d' evitare gli attriti d' una troppo grande superficie. Mà come la forma, o cappello d' una carrucola sta sempre attaccato a qual-

qualche punto fisso, convien' altresì badare, che quel che la sostiene sia tanto stabile che resister possa agli sforzi che si fanno su l' asse: bisogna eziandio aver l' occhio alle differenti direzioni, che possono prendersi da questi sforzi: imperocchè un appoggio resisterebbe in un caso, che nell' altro cederebbe.

Si può considerare altresì la carrucola semplice come una Leva del secondo genere; in fatti ne ha le proprietadi, quando essendo la resistenza R, Fig. 40. attaccata alla forma, un de' capi della corda s' attiene a punto fisso *c*, o *g*, mentre l' altro è tirato o sostenuto dalla potenza P, o *d*. Ed allora o le direzioni della potenza e della resistenza son parallele fra esse come *c* I, *d* E, od elleno sono inclinate l' una all' altra, come P*k*, *ck*.

Nel primo caso, la potenza porta sol la metà del peso della resistenza; nel secondo, lo sforzo della potenza si diminuisce, ed il punto d' appoggio si dirige al punto di concorso delle direzioni della potenza e della resistenza, cioè, in *k*.

XIII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

A B, *Fig.* 41. sono due piccioli spiedi lunghi di tre oncie o pollici, che scorrono in due canaletti aperti da banda a banda, fatti a bello studio nelle due braccia del sostegno G, il primo serve di punto fisso a una cordicella che abbraccia una carrucola caricata d' un peso D, e l' altro capo della quale s' attacca al braccio di una

una bilancia, da cui s'è tolto via un piattello, e che si è posta in bilico con sè medesima, per mezzo d'un picciolo peso attaccato in H; e questa bilancia è sospesa all'altro spiedo B.

Mettonsi da prima i due piccioli spiedi in tal distanza l'un dall'altro, che i due capi della corda venendo dalla carrucola sieno paralleli fra essi.

Poscia separando i due spiedi, si fan prendere ai due capi della corda, direzioni inclinate per verso contrario; e nell'uno e nell'altro caso si carica il piattello della bilancia, quanto occorre; perchè la spranghetta stiasi in situazione orizzontale.

EFFETTI.

La carrucola ed il suo peso D, pesando insieme 9 oncie, ne abbisognano sol 4 nel piattello della bilancia per far equilibrio, quando i due capi della corda sono paralleli fra loro, e in una direzione verticale; ma quando sono inclinati come P *l*, *g m*, della *Fig.* 40. bisogna caricare di più il piattello della bilancia, per tenerla in equilibrio.

SPIEGAZIONI.

Considerando il braccio H della bilancia, come la potenza che sostiene la carrucola ed il suo carico, dopo che l'altra estremità della corda è fissata in A, il peso che si mette nel piatto pendente, esprime senza equivoco lo sforzo che si fa sopra la potenza, quando tutto è in equilibrio. Ora si vede dagli effetti risultanti, la prova di quello abbiamo affermato di sopra, cioè, 1. ch' essendo parallele le direzioni delle forze op-

opposte, la potenza sostiene sol la metà dello sforzo della resistenza; imperocchè nel primo caso, ove le due estremità o capi della corda sono paralleli fra essi, *c i* (*Fig.*42.), direzione della resistenza, è altresì parallela a *d e*, ch' è quella della potenza, e 4 oncie nel piattello della bilancia ne sostengon 8 in D. 2. Che non essendo più parallele le direzioni delle forze opposte, la potenza non è più eguale alla metà dello sforzo della resistenza, e che la direzione del punto d' appoggio passa al punto di concorso delle altre due direzioni; imperocchè nel secondo caso dell' esperienza, dove l' azione della potenza è obliqua, come P *k*, 4 oncie nel piattello della bilancia, non bastano più per fare equilibrio, e l' angolo *g k c*, è eguale a quello dell' altra parte P *k c*.

Quando i due capi della corda sono paralleli come *a b*, *d e*, si può considerarli come stando attaccati alle due estremità del diametro *b e*; quando sono obliqui come P *l*, *g m* si può concepirli come attenentisi ai punti di tangenza *l*, *m*: ma le due line *e b*, *l m*, sono due Leve del secondo genere, spartite l' una e l' altra in due braccia eguali per la direzione *c i* della resistenza; la cordicella sospesa in *a* o in *g* trasportando il punto fisso in *b* od in *m*, vedesi tutt' ad un tratto, che la potenza applicata in *e* od in *l*, adopera sempre ad una distanza *e b*, od *l m*, dal punto d' appoggio, doppia di quella della resistenza posta in *c* ed in *i*. Ora secondo quel che abbiamo investigato intorno alla Leva, 4 oncie ad una distanza doppia dal punto d' appoggio, sono capaci di sostenerne 8.

Ma quando la potenza dirigesi obliquamente, ella

ella non basta più ai medesimi effetti di prima: perchè la direzione perpendicolare al braccio della Leva, è, come l'abbiam mostrato, la più vantaggiosa di tutte, per conseguenza lo sono meno tutte l'altre. E' vero che P *l* è perpendicolare al raggio *l c*; ma questo raggio, per cui si può concepire che la potenta adoperi, è obliquo a *c i*, direzione della resistenza, lo che coincide allo stesso.

Finalmente il punto d' appoggio dirige il suo sforzo per *g m*, quando la potenza s' inclina come P *l*; perchè nell' instante di questa inclinazione la carrucola non essendo sostenuta dalla parte della potenza, gira e scorre, fin a tanto che sostenuta sia egualmente da una parte e dall' altra, lo che non succede se non quando l' angolo *g k c* è eguale a quello dell' altra parte P *k c*.

APPLICAZIONI.

Poichè quando s' è fissata la corda della carrucola in A, Fig. 41. non occorre più in H, se non una forza di 4 oncie per sostenerne un' altra di 8 in D; e poichè una forza di 4 oncie, è sempre la stessa, o adoperi ella da su in giù, ovver si faccia il suo sforzo da su in giù per mezzo d' una bilancia; si può dunque sostituire alla stanghetta di bilancia H K, un' altra carrucola L, od *l*, Fig. 42 che farà, come quella, l' ufizio d' una Leva del primo genere, e non vi sarà mai da sostenere in M od in *m*, fuorchè uno sforzo di 4 oncie.

Se per resistere a questo sforzo di 4 oncie, si prolunghi la corda da N in N Fig. 43. e si faccia ella passare sotto una terza carrucola N O, que-

questa, simile alla prima, diventerà una Leva del secondo genere, in cui la potenza O, una volta più lungi dal punto d' appoggio N, che la resistenza che preme su l' asse, averà sol bisogno d' una forza assoluta, che sia metà della sua; non sarà dunque d' uopo se non d' uno sforzo di 2 oncie da giù in su; e se riesce più inacconcio il tirare da su in giù, una quarta carrucola darà tale direzione, come la seconda.

La seconda e la quarta carrucole, che servono di rimando per cangiar la direzione, possono essere collocate in una medesima forma od incastro; e se questa forma è ficcata e salda nella sommità, la sua parte inferiore può servire ella stessa di punto fisso al primo capo della corda, che abbiamo supposto essere attaccata in F.

Questa maniera di collocare così in una medesima forma molte carrucole, o parallelamente fra esse, o le une al di sopra dell' altre, è nota già da lungo tempo sotto 'l nome di *taglia* o coperchio, ovvero di *carrucole coperchiate*. Queste macchine sono in grand' uso per innalzare grevi masse, e sono assai comode, perciocchè occupano poco luogo, e si può senza imbarazzo aumentare a piacere l' azione d' una medesima potenza; ma ciò non si fa, come in tutte l' altre macchine se non a costo d' una maggiore velocità della potenza; imperocchè, se la carrucola, ch' è caricata della resistenza, *Fig.* 40, si solleva fino alla linea *d a*, è evidente che la potenza che produce quest' effetto, percorre due volte altrettanto di strada nel tempo medesimo, poichè le due parti *a b*, e *d e*, della corda per cui adopera, devono trovarsi al di sopra della linea, *d a*, quando il centro della carrucola vi sarà giunto:

ora

ora queste due lunghezze *a b*, *d e* pareggiano due volte l'altezza *c h*.

L'avantaggio che le taglie, o carrucole coperchiate danno alla potenza, non può essere accresciuto all'infinito; una volta che le forme o coperchi contengono una certa quantità di carrucole, gli attriti inevitabili cagionano in appresso un calo notabile nel prodotto delle forze motrici, il quale supera quanto guadagnar si potrebbe, aumentando ancora il numero delle carrucole.

Deesi disporre in sì fatta guisa le taglie, o carrucole coperchiate, che le direzioni delle corde trovinsi parallele più che sia possibile; imperocchè abbiam fatto vedere, che le potenze che adoperano obliquamente, hanno meno di forze, (*ceteris paribus*.)

Delle Ruote.

Una *Ruota* è, come la carrucola, un corpo rotondo, ordinariamente piatto, e mobile sul suo centro: la circonferenza, in luogo d'essere scavata a gola, riceve il moto che le si comunica, o trasmette quello che ha ricevuto, col mezzo del suo attrito, o di certe parti sporgenti che vi si riservano, o che vi si aggiungono, e che nomansi *denti* e *caviglie* o *palette*.

Le ruote si muovono in due guise; o girano sempre nel medesimo luogo, con un asse ch'è attaccato al loro centro, ed i cui perni girano dentro fori che servon d'appoggio, come si vede negli oriuoli, ne' menarrosti, mulini ec. oppure girando su la propria circonferenza, portano il loro centro, e l'asse che l'attraversa, in

una direzione parallela al piano od al terreno ch' elleno percorrono : tali son quelle che si pongono alle carrozze, ed all' altre vetture.

Le ruote, che hanno una sola spezie di moto, gli assi delle quali non fan che girare, debbono essere considerate come Leve del primo genere, che servono egualmente che la carrucola, a cambiar la direzione del moto, a trasmetterlo in lontano, a pareggiare potenze molto differenti l'una dall'altra, ad aumentare la velocità nell' una delle due.

1. I due denti A, B, *Fig.* 44. possono esser presi per le estremità d' una Leva spartita in due braccia eguali dal punto fisso o centro di moto C; e se si ponga sul medesimo asse un' altra ruota una volta più picciola, quella delle due potenze che agisce col dente *a*, essendo una volta più da presso al centro che l' altra, diventa per questa ragione una volta più debole. Si può dunque per tal mezzo eguagliare la forza d' una libbra a quella di due.

2. Si averebbe ancora il medesimo effetto, se la picciola ruota, in vece d' essere immediatamente applicata su la grande, fosse dall' altro capo dell' asse; in questa maniera il moto della ruota grande H, Fig. 45. si può trasmettere ad una grande distanza, mercè della piccola ruota, o rocchello D, che s' attiene all' istesso fusolo, o tronco.

3. Se quest' ultimo rocchello s' incastra in un' altra ruota E, che abbia de' denti paralleli al suo asse, il moto che gli sarà trasmesso, muterà direzione e diventerà orizzontale, di verticale ch' egli era.

4. Fi-

4. Finalmente, se la ruota E ha quattro volte più di denti, che il rocchello D, non potendo questo muoversi senza la ruota verticale H, bisogna che l'una e l'altra facciano quattro giri, per far girare una volta la ruota orizzontale E, e reciprocamente se si gira una volta questa, si faran girare quattro volte, il rocchello, il fusolo, e la ruota verticale. Se si supponga pertanto in ciascheduna delle due ruote grandi una manetta, od ansa F, o G, condotta da un uomo, che le faccia fare un giro in un secondo; il moto averà quattro volte più di velocità quando egli farà girare la manetta P, che quando si applicherà la medesima potenza in G.

In quanto poi alle ruote, che hanno due sorte di moti, come quelle de' carri, il centro delle quali s'avanza in linea retta, nel mentre che l'altre parti girano attorno di esso; debbonsi per lo più considerare come una Leva del secondo genere, che replicasi tante volte, quanto si ponno immaginar punti nella circonferenza. Imperocchè ciascuno di questi punti è l'estremità d'un raggio appoggiato da una parte sul terreno, e l'altro capo del quale caricato dell'asse che porta la vettura, è nel medesimo tempo tirato dalla potenza che la guida o trascina; di maniera che se il piano fosse perfettamente eguale ed a livello; se la circonferenza delle ruote fosse ben rotonda e senza ineguaglianze; se non vi fosse alcun attrito dell'asse ne' mezzi, e se la direzione della potenza fosse sempre applicata parallelamente al piano, una piccola forza menerebbe una carretta pesantissima. Imperocchè la resistenza che vien dal suo peso, riposa intieramente sopra il terreno per mezzo del raggio C

M, Fig. 46. o d'un raggio simile, che gli succede un momento dopo.

Ma di tutte le condizioni, che pur ora abbiam supposte, ed il concorso delle quali sarebbe necessario per produrre un tal effetto, appena se n' incontra qualcheduna nell' uso ordinario.

Le ruote delle carrette sono ritondate grossolanamente, e guernite di grossi chiodi; le strade sono ineguali per se stesse, o lo diventano per il peso della vettura che le profonda. Queste inegualità, sì delle ruote, come del terreno fanno, che s' appoggi la ruota con un raggio C Q, ovver C N, obliquo alla direzione della potenza P C, od a quella della resistenza C M: il peso che sta in C pesa dunque in parte contro la potenza, che non lo può far avanzare, se non facendolo salire tanto, quanto il punto Q o N è al di sopra di M.

Oltre di che, quand' anche le circonferenze scorressero sopra superficie perfettamente eguali e dritte indispensabilmente dall' asse ai mozzi si fa un attrito di per se stesso e per lo più notabile, siccome abbiamo osservato nella terza Lezione. (Tomo I. pag. 146.)

Le cavità, e le altezze, che s' incontrano nelle strade, mutano parimenti la direzione della potenza. Un cavallo posto più alto o più basso per la disposizion del terreno, in vece di fare il suo sforzo per la linea C P, *Fig.* 46. parallela alla porzione del piano, che attualmente porta le ruote, lo fa bene spesso per C S, o C R, cioè obliquamente alla direzione C M della resistenza, e conseguentemente con dello svantaggio.

Ma

Ma se non è possibile superare assolutamente tutte queste difficoltà, si può almeno in parte prevenirle con impiegare delle ruote grandi; imperocchè è certo, che le piccole ruote s' impigliano più che le grandi, nelle ineguaglianze del terreno, come veder si può dalla *Fig.* 47. e perchè la circonferenza d' una gran ruota, misura nel correre più strada che quella d' una piccola; ella gira men presto, o fa un più piccolo numero di giri per correre un dato spazio, lo che risparmia in parte degli attriti.

Per ruote grandi noi intendiamo quelle che hanno cinque o sei piedi di diametro: in questa grandezza, elleno hanno ancor l' avantaggio di avere il loro centro appresso a poco all' altezza del tiro d' un cavallo; con che il suo sforzo si mette in una direzione perpendicolare al raggio che posa verticalmente sul terreno; cioè, nella direzione la più favorevole, almeno ne' casi più ordinari.

Del Torno o Martinello, e dell' Arganello.

L' inspezione sola delle *Figure* 48. e 49. basta per far conoscere, che queste due macchine, a parlar propriamente, sono la medesima con nomi differenti, secondo le differenti posizioni, nelle quali s' adopera. Quando il rotolo, o cilindro A B, a cui s' avvolge la corda, e ch' è la parte principale, trovasi collocato orizzontalmente, la macchina si chiama *Torno* o *Martinello*; chiamasi poi *Arganello*, quando cotesto ruotolo, o legno bislungo e rotondo sia verticale. Queste due macchine sono frequentemente usate ne' pozzi, nelle cave di pietra, nelle fabbri-

che, per alzar sù gran sassi, ed altri materiali; sopra le Navi e nei Porti, e per levar l'ancore ec. E se vi porrem mente, lo troveremo in piccolo in altri infiniti luoghi, dove non son differenti, se non per la foggia, o per la materia onde sono costrutte. I *tamburri*, i *rocchetti*, e le *lumache*, alle quali s' avvolgono le corde o le catene, per rimontare i pesi o le molle degli orologi, de' penduli, ec. debbono considerarsi come tanti piccoli torni, ovvero arganelli.

Quello che abbiam detto delle carrucole e delle ruote, comprende il più importante da saperssi circa il Torno; imperocchè se si considera il fusolo che gira, come una fila o serie di carrucole, infilzate sul medesimo asse; se considerano le Leve a croce, che servono a metterlo in moto, come raggi prolungati, della prima di queste carrucole; finalmente se si bada, che quando l'asse gira, tutto quello che fa corpo con lui partecipa del suo moto; vedesi tosto, che questa macchina fa l' uficio d' una Leva senza fine, del primo o del secondo genere, che ha due braccia ineguali, contando dal punto fisso *h*; cioè il semidiametro del cilindro *g h*, Fig. 50. con cui adopera la resistenza, ed un altro raggio *h k* del medesimo cilindro prolungato da una delle Leve che formano la croce, e con cui la potenza fa il suo sforzo.

La potenza P *o p* è dunque alla resistenza G, come la lunghezza P *h*, o *p h* è a *g h* o *k h*; vale a dire, che se ciascuna delle Leve incrociate, contando dal centro del cilindro, è quattro volte più lunga che il semidiametro *g h*, un peso di 400 libbre, attaccato alla corda G *g*, può essere sostenuto da uno sforzo equivalente a 100 libbre, che resisterebbe in P.

Ma

Ma se non vi avesse fuorchè uno sforzo di 100. da impiegare in simil maniera contro 400. allorchè la Leva P venisse a girare, la potenza prenderebbe una direzione svantaggiosa, e non basterebbe più, come l'abbiamo spiegato parlando de' manichi da giravolta; oltre di che, se queste Leve incrociate fossero molto lunghe, un uomo non potrebbe facilmente lasciar l'una per afferrar l'altra; e perciò nelle cave di pietra, nelle miniere, e nelle macchine simili agli argani da levar pietre nelle fabbriche, ove il torno o cilindro orizzontale s'adopera in grande, le Leve incrociate mettono capo ad una circonferenza, e formano una gran ruota, guernita di caviglie, come T T. *Fig.* 51. Con questo mezzo la forza degli uomini, sempre applicata ad una medesima distanza dal centro di moto, agisce uniformemente, e molti lavorar possono nel tempo medesimo da un medesimo raggio, senza reciprocamente incomodarsi.

Se la corda, dopo d'avere avvolto il cilindro o torno in tutta la sua lunghezza, ritornasse sopra se medesima per avvolgerlo una seconda, o una terza fiata, come accade quando si adopera il torno per alzar pesi ad una grande altezza, conviene aver riguardo all'accrescimento del diametro del torno; imperocchè essendo il suo raggio la Leva della resistenza, quando il diametro della corda è aggiunto una o due volte alla lunghezza di questo raggio, lo sforzo del peso da sollevarsi, trova più lontano dall'asse o punto d'appoggio, con che altrettanto detto sforzo s'aumenta.

II. SEZIONE.

Del Piano inclinato.

TRattando noi della Gravità nella VI. Lezione (Tom. II.) abbiam data la definizione del piano inclinato; e mostrato abbiamo, come, e con quai proporzioni egli ritarda la discesa de' corpi gravi. Supporeremo dunque, come verità provata, che una massa che scorre o sdrucciola dall' alto al basso lungo un piano inclinato, è in parte sostenuta da questo piano, e tanto più, quanto l' inclinazione è maggiore.

Segue da questo principio, che una potenza applicata a sostenere un corpo sopra un piano inclinato; non ha bisogno d' essere eguale al peso di questo corpo; e non essendo altro un peso, se non se una forza, la cui direzione è determinata; si può dire più generalmente, che una potenza (qual si voglia) la quale ha da seguitare un piano inclinato alla sua direzione, può essere pareggiata o vinta da un' altra potenza più debole.

Ma poichè un piano fa ostacolo alla discesa d' un corpo; per esser obliquo alla direzione della gravità deesi presumere, ch' egli indebolirà parimenti ogni altra potenza, la cui direzione sarà obliqua alla sua; ed in fatti l' esperienza prova. 1. Che una piccola forza ne sostiene una maggiore sopra un piano inclinato; 2. Che una piccola forza impiegata contro una maggiore, non adopera mai con tanto vantaggio, quanto allorchè la sua direzione è parallela al piano inclinato, per lo quale ella fa il suo sforzo.

PRI-

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La macchina ch' è rappresentata dalla *Figura prima* è composta d' una tavoletta A C lunga circa 15. pollici, e larga tre o quattro; ell' è congiunta, con doppione o cerniera in C, ad un' altra tavoletta, nella estremità della quale è fissato un quarto di circolo, che serve a regolare e determinar la sua inclinazione: D è un cilindro di legno duro, che pesa 5 o 6 oncie, e che gira liberissimamente sopra il suo asse in una spezie di forma di metallo sostenuta da due cordicelle, le quali passano sopra due carrucole di rimando *e*, *e*, e dalle quali ne' capi stan pendenti due pesi *d*, *d*, di 2. oncie cadauno. Le due piccole carrucole sono portate da un pezzo di metallo, il quale collocar si può in diversi luoghi sul quarto di circolo.

Inclinasi il piano A C un poco più che 45 gradi; collocasi il cilindro D nella sua parte inferiore, e si mettono le carrucole di rimando in foggia tale, che le cordicelle che tirano il cilindro, sieno parallele al piano inclinato; e lasciansi operare i due pesi, *d*, *d*.

Quindi si ripete la medesima cosa, eccetto soltanto, che le carrucole di rimando pongonsi in E od in F, affinchè le loro direzioni si trovino al di sopra o al di sotto del piano inclinato, e facciano un angolo con esso, come A D F, o A D E.

EFFETTI.

Essendo le cordicelle in una direzione parallela al piano inclinato, i due pesi che pesano insieme 4 oncie, cominciano a traportare il cilindro che ne pesa in circa 6. Ma quando si son poste le carrucole in F ed in E, questi medesimi pesi non bastano per far ascendere, e nè anco per fermare esso cilindro. Il medesimo effetto succede, se invece di mutare di luogo le carrucole, s'inclini più o meno il piano AC.

SPIEGAZIONI.

Il cilindro della nostra esperienza è un corpo grave, che naturalmente è determinato a moversi dall'alto all'ingiù, perpendicolarmente al piano dell'orizzonte: due cagioni concorrono a fermarlo, la prima è la resistenza del piano inclinato, sul quale egli posa; la seconda è lo sforzo dei due pesi *d*, *d*. Se quest'ultima causa operasse sola, bisognerebbe che la somma dei due pesi fosse eguale alla massa del cilindro; s'è veduto dagli effetti dell'esperienze, che 4 oncie ne sostengono 4 o 6, per mezzo del piano inclinato, dunque è indubitabile, che in simil caso una piccola forza ne può sostenere una più grande.

Per render ragione di quest'effetto supponiamo che la linea *a c*, Fig. 2. sia il piano inclinato, che il circolo *d f g* sia la base del cilindro, che tutto il peso di questo corpo risieda nel centro *k*, e stia in equilibrio con una potenza, la cui direzione è *k p*, mentre il suo peso lo sollecita a discendere per la linea *k b*, perpendicolare all'orizzonte *b c*. Ecco dunque due forze appli-

plicate all' estremità *k*, d' un medesimo raggio o Leva, l'altra di cui estremità *d* è appoggiata sul piano ; ma l'una delle due forze fa con questa Leva un angolo retto *p k d*, la sua azione è nella direzion più vantaggiosa, ch' ella esser possa ; l'altra al contrario agisce per una linea inclinata a questa medesima leva, e fa con essa un angolo acuto *d k h*, il che la riduce alla lunghezza *d e*, secondo quello che abbiamo insegnato nella Sezione precedente ; così, essendo *d e* più corto che *d k*, si può dire, che il peso del cilindro di tanto appunto cede alla potenza *p* : e per ridur ciò ad una regola generale, si dee por mente, che il triangolo *d k e* è simile a quello che rappresenta il piano inclinato *a b c*, e che le due linee *d e d k*, per conseguenza hanno il medesimo rapporto fra esse che hanno *a b* ed *a c* ; dal che segue questa proposizione, che *il peso del mobile è alla potenza che lo sostiene, come l' altezza del piano inclinato è alla sua lunghezza* : vale a dire, che se la linea *a b*, altezza del piano, è alla linea *a c*, che n' esprime la lunghezza, nella relazione di 2 a 3, con uno sforzo di 2 oncie si può sostenere un peso di 3 oncie, posto sopra un piano inclinato.

Ma essendo che la potenza non ha tal vantaggio sopra la resistenza, se non in conseguenza d' una direzione più favorevole al suo sforzo, ne debbe aver meno quand' ella cessa d' agire parallelamente al piano, imperocchè in tutt' altra posizione, ell' è inclinata al raggio *d k*. Il piano inclinato non è favorevole alla potenza, se non perchè sostiene in parte il peso del mobile. Quando questa potenza agisce al di sopra del piano come K *i*, non lascia portare al piano tutto quel-

lo

lo ch' egli potrebbe portare; e se da esso si allontana fin a tirar direttamente il peso secondo la linea K *l*, è evidente che allora il piano non è più caricato di nulla, e che lo sforzo della potenza debb' essere eguale al peso del mobile per sostenerlo. Quand' ella adopera al di sotto del piano, come K *m*, una parte della sua forza si spende a vuoto contro il piano; e ognun capisce che s' ella si abbassasse fino a prender la direzione K *n*, la resistenza del piano diventando diretta, l' impedirebbe dall' avere alcuna azione contro il peso del mobile.

APPLICAZIONI.

L' esperienza che abbiamo qui dianzi spiegata fa vedere non solamente che si può trar vantaggio dai piani inclinati per vincere resistenze, o per sostenere grandi pesi con forze men grandi delle necessarie per fermar essi pesi, o per sollevarli in una direzione verticale; ma fa altresì conoscere, che un mobile, il cui centro di gravità non è sostenuto, dee sempre cadere, quantunque nel resto egli posi. Imperocchè non basta che il cilindro sia dirizzato e fermo al punto *d* sul piano; (Fig. 2.) se non vi fosse lo sforzo della potenza *p*, egli rotolerebbe dall' alto al basso; perchè il centro della sua gravità che adopera nella direzione *k h*, non è sostenuto.

In tal guisa si può render ragione di un' infinità d' effetti, che arrecano maraviglia, e che si stenta a spiegare, quando s' ignora, o non si pon mente a questo principio. La figura 3. per esempio, rappresenta un solido A, composto di due coni, congiunti nelle loro basi: si posa questo corpo sopra due regole B C, D C, che fan-

fanno insieme un angolo acuto, e che sono più sollevate nell'altra estremità B, D, di maniera ch' egli è come sopra un piano inclinato; allorchè egli si lascia libero, ascende rotolando, e seguita in apparenza una strada affatto contraria a quella che sogliono tutti i corpi gravi tenere.

Quest' effetto nasce, dal non essere sostenuto il centro di gravità del corpo A; perocchè quando è posto in C, vi resterebbe in quiete, se si reggesse sopra un raggio *a e* perpendicolare al piano orizzontale *e f*, *Fig.*4. Ma comechè le due regole fanno un angolo, elleno toccano questo doppio cono per punti che sono più rimoti come *g*: perciò il centro di gravità ch' è in *a*, dà il falso, ed il corpo intiero comincia a scorrere da C verso B. Secondo ch' egli s' avanza in tal direzione, le due regole essendo sempre più divaricate e separate, il mobile discende d' una quantità eguale al semidiametro *a e*, più grande che l' altezza *f* B, alla quale pare essersi alzato; ed il punto *a*, in riguardo all' orizzonte, discende realmente la quantità *h* B.

Se i corpi cadono ogni volta che il centro di gravità non è sostenuto, è vero dire parimenti, ch' essi non cadono mai finchè questo medesimo centro è appoggiato; per questo vedonsi tanti edifizj, che hanno perduto la loro direzione a piombo, e che nullostante reggono; e certe opere fatte a bello studio sporgenti, che pur hanno la sodezza lor necessaria.

A prima giunta crederebbe forse taluno, che un ballerino da corda faccia tante e sì varie gesticulazioni colle sue braccia per darsi certo buon garbo; ma la vera ragione si è, che camminando

egli

egli sopra un piano mobilissimo, che continuamente s' inclina, e in diverse guise, sott' a suoi passi; quand' egli s' accorge che il centro del suo peso non è sostenuto, lo richiama nella linea di direzione, allungando le braccia dal lato opposto, come una Leva, il di cui peso è tanto più forzoso, quanto son più lontane le sue parti dal centro del loro moto: e quand' egli non è per anche esercitato e pratico abbastanza nell' arte sua, adopera a tal effetto un contrappeso, cui allunga o sporge a dritta od a sinistra secondo il bisogno.

I fanciulli che cominciano a camminare, che non hanno ancora acquistato l' uso di dirigere i loro corpi relativamente ai diversi piani sopra i quali passano, schivano col moto delle lor braccia, parte di quelle cadute, alle quali gli espone di continuo un' andatura non ben per anche salda e misurata.

Perchè le persone che hanno uno sterminato ventre si piegano indietro? Perchè senza il corpo così atteggiato, il centro di gravità pochissimo sostenuto, porrebbeli in rischio di cadere colla faccia ingiù. Un facchino all' incontro, che porta un grosso peso su la schiena, curvasi innanzi, perchè il suo carico e lui fanno un centro di gravità comune, che per lo più si trova situato fuori di colui, che il porta, e che non si reggerebbe, nè sarebbe sostenuto s' egli camminasse diritto. Bisogna dunque necessariamente, che si pieghi, fin tanto che cotesto centro si trovi in una linea verticale che passa tra i suoi due piedi.

Quando un vuole star dritto e fermo sopra una gamba, dee fare un moto di fianco, affine di met-

mettere il corpo perpendicolarmente sopra quel dei due piedi, che dee sostenerlo; se un altro vuole abbassarsi, portando innanzi la testa, bisogna necessariamente, ch' egli porti indietro la parte opposta, per mantenere tra l' una e l' altra l' equilibrio; ed ecco perchè non si può nè star ritto sopra un piede, nè raccor nulla davanti a sè, abbassandosi, quando si ha immediatamente a fianco, e dietro di sè, un numero che impedisca i movimenti ch' è d' uopo fare per mantener il centro di gravità nella linea di direzione, che passa al punto d' appoggio.

DELLE MACCHINE,

Le quali sono composte di piani inclinati.

TRA le macchine, che adoperano come piani inclinati, le più semplici, e quelle di uso più comune, sono le *Biette*, o Cuñi, e le *Viti*, o Chiocciole; a queste due spezie io mi ristrignerò; ed esaminando le loro principali proprietà, ne additerò alcune altre, che a quelle riferir si possono.

Del Cuneo.

Comunemente si dà il nome *Cuneo*, o *Conio* ad un corpo duro, composto di tre piani, che terminano due triangoli, come D A C, Fig. 5. i due più lunghi di questi piani formano un angolo nella linea A *a*, che chiamasi la *Punta*, o il *Tagliente*; il più piccolo D *c*, che determina il loro discostamento, si nomina la *Base*, o la *testa*,

testa, e l' altezza misurasi dalla linea A B, che si reputa come *asse* del Conio.

Si adopera d' ordinario questa macchina, per fendere, sollevare, o premere e strignere qualche materia; e per metterla in opra ci serviamo della pressione d' un peso, e più comunemente ancora, dell' urto o percossa d' un corpo duro, che facciam muovere con una certa velocità, come un martello, un maglio, ec.

Il più delle volte, la resistenza che s' ha a vincere col conio, proviene dalla tenacità delle parti che s' hanno da disunire, e spaccare; questa adereſcenza, che varia all' infinito, secondo la natura de' corpi, la loro grandezza, la loro figura, e molt' altre circostanze, non può calcolarsi che con somma difficoltà; da un altro canto, la percussione che impiegasi per far oprare il conio, è una forza, ch' è difficile paragonare senza errore a quella d' una mera pressione; perchè il prodotto del suo sforzo non dipende solamente dalla quantità del moto nel corpo che percuote, ma ancor dalla natura del corpo percosso, dalla maniera ond' egli riceve il colpo, e da molt' altre cagioni, che influiscono spessissimo più o meno di quel che s' avrebbe creduto. Io lascerò dunque da parte tutte queste considerazioni, come estranee al mio oggetto presente; e per ristrignermi precisamente nelle proprietà del Conio, verrò supponendo alcune potenze, delle quali si conosce la forza assoluta; *e. gr.* de' pesi o delle molle d' una determinata forza, affine di non aver più da considerare fuorchè i rapporti e le ragioni mutue, che prendon la potenza e la resistenza per la sola interposizione del conio.

Considerando le differenti maniere onde il conio

nio può adoperare, ne concepisco principalmente due, alle quali parmi potersi ridurre tutte l' altre con qualche modificazione. Primieramente immagino due corpi A, B, Fig. 6. appoggiati sovra un piano ben solido, sul quale non possano se non isdrucciolare, o rotolare nelle direzioni C D, G D; suppongo altresì, che una forza determinata, come di 10 libbre, per esempio, applicata in E, s' opponga a questo moto: se farò discendere tra i due corpi il conio E G H da tutta la sua altezza, egli è certo, che alla fine di questa azione i due mobili A, B saranno separati l' un dall' altro tutta la larghezza della base F H. Ben si capisce altresì, che lo sarebbono più o meno, se io impiegassi un altro conio, il cui angolo fosse più o meno aperto, come *i m* G, oppur *l n* G; ma per trasportare così due masse che resistono, abbisogna della forza, e convien impiegarne d' avvantaggio, quando trasportarsi ad una distanza più grande in un tempo determinato.

Secondariamente, io mi figuro un conio, che fa sforzo per vieppiù scostare e separare le due parti d' un pezzo di tronco, già un poc' aperto Fig. 7. nel mentre ch' elleno resistono a tale disgiungimento mercè la connessione, e legatura delle fibre, che sono ancora unite al di sotto dell' angolo *p*. Concepisco dall' una le due linee *f p*, *p q*; e dall' altra parte *t p*, *t r*, come due Leve angolari, le cui braccia *p r*, *p q*, sono legate insieme per mezzo di fila egualmente distanti l' uno dall' altro; il conio adoperando in *t*, ed in *f*, fa dunque il suo sforzo con le due braccia *t p*, *f p*, contro il primo legame, ch' è nell' angolo *p*, mentre le altre due braccia s' appoggiano mutua-

mente l'un contro l'altro al di sotto. Se questo legame è inflessibile, e se non può cedere senza romperſi, lo sforzo del conio produrrà quest'effetto, se un po' poco eccede la forza di cotesto filo; e una volta che rotto egli sia, quello che gli segue immediatamente, tuttochè egualmente forte, romperassi con maggiore facilità per la medesima azione del conio, perchè allora la Leva della potenza dee sempre andar crescendo. E per qual altra cagione, se non per questa, i legni duri e secchi, le pietre, il vetro, e generalmente tutte le materie, delle quali son molto rigide e dure le parti, si frangono per ischeggie, e si fendono molto facilmente, dacchè si ha cominciato ad intaccarle? Così del tutto non sarebbe già, se questi legami, ch' io suppongo, fossero flessibili; perchè venendo i primi a cedere un poco, lascerebbono portare agli altri lo sforzo del conio, e la medesima forza non basterebbe per romperli affatto.

Segua o in una maniera, o nell'altra l'azione nel conio, manifesto è sempre, 1. Che si può servirsene utilmente per vincer grandi resistenze. 2. Che la sua azione tanto più diventa poderosa, quant'egli è più acuto. L'esperienza, confermando queste due proposizioni, ci darà adito a determinare la ragione mutua delle potenze, che adoperano l'una contro l'altra col mezzo di questa macchina.

II.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

I due piani A C, B C, *Fig.* 8 formano le due facce d' un conio, che può diventar più o meno acuto, col mezzo d' un doppione, o ganghero nel punto C, e di due madreviti E, F, che fermano l' altre due estremità nella regola G H. Per tale effetto quest' ultimo pezzo debb' essere forato e trapassato da banda a banda con una spezie di canaletto, in cui si fanno scorrere due orecchioni a vite, che si sono aggiunti ai capi dei due piani. D I è un telaro collocato orizzontalmente sopra due stanti, che terminano in una tavoletta, la qual serve loro di piede. Due cilindretti *m*, *n*, girano dentro piccole forme, che sdrucciolano con molta facilità sopra due fila di metallo, tese da un capo all' altro del telaro. Da questa disposizione si vede, che i cilindri non possono essere l' un dall' altro separati e disgiunti, se non per una forza capace di sollevare il peso *p*; e che il conio A B C oprando contr' essi col suo proprio peso, o con quello, che se gli aggiungne, è facile paragonare lo sforzo della potenza con quello della resistenza.

Essendo il peso *p* di due libbre, rendasi il conio talmente acuto, che il proprio peso basti per separare i cilindri; quindi si apra in maniera che la sua base A B sia eguale all' altezza K C.

EFFETTI.

1. Quando il conio è bastevolmente acuto,

quantunque non pesi, se non 12 oncie, il suo sforzo diventa sufficiente per iscostare i cilindri.

2. Quando la sua altezza eguaglia due volte la larghezza della sua base, egli separa nè più nè meno i cilindri, se si aggiunga un poco più di 4 oncie al suo peso; vale a dire, che con uno sforzo d' una libbra egli fa equilibrio ad una forza, ch' è doppia.

SPIEGAZIONI.

Se il peso *p* della nostra esperienza fosse spartito in altri due d' una libbra ciascuno, come *p*, *r*, *Fig.* 9. e i due cilindri, *m*, *n*, non potessero disgiungersi l' un dall' altro senza far ascendere altrettanto questi due pesi, è certo, che senza l' intermezzo della macchina sarebbe d' uopo d' una massa eguale a due libbre per far loro equilibrio, ed un poco più per farli ascendere: ora vediamo, che per lo mezzo d' un conio 12 oncie li trasportano: vediamo pure, che n' abbisogna un po' più di 16 per fare l' istesso effetto, quando il conio diventa meno acuto: le nostre due proposizioni sono dunque provate; resta ora da spiegare il fatto.

La forza d' un corpo, che si muove, o che tende a muoversi, viene dalla sua massa, e dal grado di velocità, ch' egli ha, o ch' egli avrebbe, se il moto seguisse. Ora il conio *a b c* non può discendere da tutta la sua altezza, senza che i cilindri percorrano nello stesso tempo i due spazj *c l*, *c i*, e senza che per conseguenza i due pesi *p*, *r* facciano altrettanta strada ascendendo; ma questi due spazj, ch' eguagliano insieme la base *a b*, non sono, se non la metà dell' altezza del conio, di maniera

niera che un peso posto in *k* fa nel medesimo tempo due volte tanta strada discendendo, che i pesi *p*, *r* ne fanno ascendendo: così nel caso dell'equilibrio il peso *k* debb'essere alla somma degli altri due in ragione reciproca delle velocità; cioè, una libbra contro due, quando la linea *k c* è doppia della linea *a b*; dal che segue questa proposizione generale: *la potenza è alla resistenza nel caso d'equilibrio, come la base del conio è alla sua altezza*; il che tuttavolta non segue rigorosamente, se non quando le forze opposte possono essere comparate a pesi, come nella precedente esperienza.

APPLICAZIONI.

Gli usi del conio non sono limitati allo spaccar de' legni, o delle pietre, e la sua forma non è sempre quella di un pezzo di ferro rozzamente agguzzato, che cacciasi a martellate: si può dire in generale, che tutti gli stromenti, che tagliano, di qualunque natura sieno, zappa, la scure, la forbice, lo scalpellino, la scobbia ec. la lancetta e lo scalpro del Chirurgo, il coltello, ed il rasojo, stromenti sì ordinarj, sono altrettanti conj, l'angolo de' quali, la grandezza, la figura, la durezza sono proporzionate alla qualità delle materie, sopra le quali oprar debbono, ed all'azione del motore, che dee regolare il loro sforzo. Questa osservazione presentasi da se stessa, quando si pon mente, che tutti questi ordigni hanno essenzialmente due superficie più o meno inclinate l'una all'altra, e che formano sempre nel sito della lor congiunzione un angolo più o meno acuto.

Essendo l'angolo la parte essenziale del conio, non è necessario, che sia formato col concorso di due soli piani: i chiodi, che han quattro facce terminanti in una medesima punta, i punteruoli rotondi, le spille, gli aghi ec. la superficie de' quali può essere considerata, come un aggregato di linee, che riunisconsi ad un angolo comune, fanno pure l'officio de' conj, e debbono per tali appresso poco tenersi.

Convien osservare, che tra le diverse sorte di ordigni taglienti ve n'ha parecchi, che si fanno oprare trascinandoli, secondo la lor lunghezza, nello stesso tempo che s'appoggiano direttamente contro il corpo, che vuolsi intaccare; tali sono i coltelli, i rasoj, ec. Queste sorte d'instrumenti fan la loro azione a modo di conj, e nello stesso tempo alla foggia delle seghe; imperocchè bisogna sapere, che il più fino taglio è composto di parti, che non sono puntualmente tutte nella medesima linea, le une più alte dell'altre formano tanti piccoli denti, che col microscopio veder si possono, e che ad un lungo uso non reggono: per lo che suolsi aver cura di ristorarli, stroppicciando le facce della lama ad una pietra da aguzzar ferri (il che chiamasi dare il filo). Ogni istromento, che taglia a questo modo, non abbisogna d'essere appoggiato sì forte, come altri; il perchè nelle operazioni di Chirurgia si preferisce, per quanto si può, l'uso del rasojo curvo a quello delle cesoje, che taglino stringendo, affine di evitare la contusione delle parti, e recar men dolore all'infermo.

Ma quantunque un ferro tagliente sia fatto per tagliare stirando, o trascinando, come si fa cogli ordinarj coltelli, non dobbiamo dimenticarci, ch'

ch' egli può ancora intaccare e dividere un corpo, contro il quale sia premuto direttamente. E' una temerità battere o premere, come fassi talora, con la palma della mano, sul filo d' un rasojo: la pelle per verità resiste un poco più, quando l' istrumento adopera sopra di essa, come un conio, particolarmente s' egli attacca ad un istesso tempo una non piccola estensione; ma è sempre pericoloso provare fin dove può giugnere tal resistenza.

Delle Viti.

La *Vite* è un cilindro, od un cono allungato, sopra'l quale s' è fatta un' incavatura, che gira in linea spirale; il trammezzo, che si è conservato tra i giri, o cavi, si chiama il *Filetto*, o la *spira*; e la distanza, che vi è da un filetto all' altro, nomasi il *Passo*: questo medesimo filetto, e questa incavatura spirale si fanno altresì in un cavo cilindrico per lavorare una vite interiore; e quando queste due sorta di viti, la solida, e la cava, sono talmente proporzionate, che il filetto dell' una possa muoversi negl' intagli, o gola dell' altra, e vice versa, di vite cava piglia il nome di *chiocciola*, e vite femmina.

Sol che si dia un' occhiata alle *Figure* 10, e 11, si scorge facilmente, che il filetto d' una vite, non considerando se non il luogo, che riceve lo sforzo della resistenza, altro non è, che un piano inclinato alla base del cilindro, ch' egli avvolge, od intaglia; e che questo piano è tanto più inclinato, quanto le scanalature sono men grandi; perciò quando una vite gira nel suo cavo, o madrevite, si può dire, che sono due pia-

ni inclinati, uno de' quali sdrucciola su l' altro. L' altezza è determinata per cadaun giro, o torno, dalla distanza d' un filetto all' altro, e questa altezza insieme con la circonferenza della vite dà la lunghezza; imperochè se si svolge o si sviluppa uno di cotesti filetti *a b*, colla scanalatura *b c* s' ha il triangolo *a b c*, *Fig.* 10.

Quando si vuol far uso di questa macchina, si attacca, o si applica l' un de' due pezzi (la vite, o la madrevite) alla resistenza, cui bisogna vincere, e l' altro gli serve come di punto d' appoggio: allora girando si fa muovere il cavo o la chiocciola sopra la vite, o la vite nella chiocciola, secondo la sua lunghezza, e ciò che resiste a questo moto, avanza, o va indietro altrettanto. Ne' banchi de' Chiavajuoli, per esempio, una delle due maciulle è sospinta con l' azione d' una vite contro l' altra, alla quale è attaccata una chiocciola, o madrevite: bisogna, come si vede, che la potenza faccia un giro intero, per far che la resistenza avanzi d' un passo, cioè da un filetto all' altro: così supponendola applicata immediatamente alla circonferenza della vite, lo spazio, ch' ella percorre, od il suo grado di velocità, è *a c*, e quello nella potenza è *b c*; ma però che si fann' ordinariamente girare le viti, e sopra tutto le grosse, con Leve, o con altra cosa equivalente, la forza motrice fà molto più di strada, che s' ella conducesse la vite immediatamente: non è più *a c*, ch' esprime la sua velocità, ma è la circonferenza d' un circolo, di cui la Leva D E è il semidiametro. Si può dunque porre per massima o proposizione generale nell' uso delle viti, prescindendo dagli sfregamenti, questa che segue: *La potenza è alla resistenza nel caso d' equi-*

equilibrio, come l' altezza della scanalatura b c, è alla circonferenza descritta dall' estremità E *della Leva, con cui si opera*; vale a dire, *in ragione reciproca delle velocità*.

Secondo la materia, di cui si fanno le viti, e gli sforzi, che hanno da sostenere, si dan forme differenti a' filetti, od orlicci; per lo più sono angolari, come nella Fig. 10. o quadrati, come nella Fig. 11. Questi si praticano ordinariamente nelle grosse viti di metallo, che servono a' torchi, ed a' banchi, perchè hanno meno d' attriti. Si fan nelle viti di legno filetti angolari per conservar loro della forza; imperocchè con tal figura hanno una base più larga sopra il cilindro, che li porta: la stessa forma pure si dà ai filetti di quelle piccole viti, che finiscono in punta, e che servono a scavare da per loro stesse la lor madrevite nel legno, debbonsi elleno considerare, non men che le punte de' succhielli, e de' trivelloni, come tanti conj girevoli, l' angolo de' quali apre il legno, tanto meglio, quanto è più acuto.

Fra un gran numero di macchine, la cui parte principale è una vite, ve n' ha due, che si distinguono in modo speziale; l' una è quella famosa vite, che già da due mille anni porta il nome d' Archimede suo Autore, e che può in parecchie occasioni applicarsi molto utilmente all' elevazione dell' acque; l' altra è la *vite, che non ha fine*, o *perpetua*, nominata così, perchè la sua azione è continua dal medesimo verso al contrario delle viti ordinarie, che si muovono in un cavo a vite, e che cessano di girare, dacchè son avanzate quant' è tutta la lor lunghezza.

La vite d' Archimede è composta d' un cilindro inclinato all' orizzonte, che gira su due per-

mi

ni A, B, Fig. 12. e d'un canale, o tubo, che l'avvolge in forma di ſpirale. Un corpo grave poſto all'imboccatura *c* del canale, cade per lo ſuo proprio peſo in *d*: quando ſi è fatta girar la vite, il punto *d* del canello, o tubo paſſa al punto *e*; ed il mobile, ritenuto dal ſuo peſo tuttavia nel luogo più baſſo, trovaſi nel canale al punto *f*, che ha fatto un mezzo giro, ed è venuto in *g*. Continuando così, ſe gli fa percorrere tutta la lunghezza della vite di giù in sù; di maniera che col mezzo di queſt' ingegnoſa macchina un corpo aſcende in virtù della medeſima forza, che lo fa diſcendere. Se la parte inferiore di queſta vite è immerſa nell'acqua, ſi capiſce facilmente, che coteſto canale dev'empirſi a miſura ch'egli gira, e produrre così un vuotamento d'acqua per la parte di ſopra.

Movendoſi queſta macchina ſu due perni, una forza di poco rimarco la può far girare, purch' ella ſia ben in equilibrio con ſe medeſima; ma non ſi può ſervirſene, ſe non per innalzar l'acqua ad un'altezza mediocre, come quando trattaſi di ſeccare un terreno; perchè queſta vite eſſendo neceſſariamente inclinata, non può portar l'acqua ad una grande elevazione ſenza diventar ella ſteſſa aſſai lunga, e con ciò peſantiſſima, e ſenza correre riſchio di curvarſi, e di perdere il ſuo equilibrio.

Ciò che ſi nomina d'ordinario *Vite, che non ha fine*, è una macchina compoſta d'una vite, il cui cilindro o nocciolo gira ſempre dal medeſimo verſo ſovra perni, che terminano le ſue due eſtremità: i filetti di queſta vite, che ſono per lo più quadrati, menano girando una ruota verticale, pe' cui denti s'incaſtrano. Queſta ruota porta

nel

nel suo centro un fusolo, a cui s'attacca il pezzo, che si vuole elevare, nella stessa maniera che alla troclea. Vedi la *Fig.* 13.

Col mezzo di questa macchina si può vincere con pocchissima forza una grandissima resistenza, ma quest' avvantaggio costa molto tempo; imperocchè bisogna, che la vite faccia un giro interno per far passare un dente della ruota, e bisogna, che tutti i denti passino per far girare una volta il fuolo; di modo che se il numero de' denti è 100. e il diametro del fusolo di 4 pollici, per alzare la resistenza P all' altezza d' un piede bisogna, che la potenza F faccia girar 100 volte la manetta, od ansa; ma in molte occasioni questa lentezza è appunto l'oggetto principale, che si ha in mira, come quando vuolsi moderare il moto di alcune ruote, ovvero di fare innanzi, o retrocedere un corpo lo spazio di quantità piccolissima, ma che importa di appuntino conoscere.

In questa Sezione, siccome nella precedente, io ho sempre fatto astrazione dagli attriti, per sol badare agli effetti, che nascono da ciascuna macchina considerata in se stessa; giova non pertanto avvertire, che nell' uso delle viti, e del conio accade spesso, che l' effetto principale nasca dagli attriti, e che se nella pratica si trascurasse di por mente a questa spezie di resistenza, vi sarebbono pochi casi, ne' quali le forze opposte potessero paragonarsi con qualche precisione, ed accuratezza: due esempj giustificheranno questa osservazione. Quando con uno sforzo equivalente a cento libbre si è cacciato un conio tra le due parti d' un pezzo grosso di legno già un poc' aperto, la reazione, o la molla del legno, che s' op-

oppone allo sforzo della potenza, sussiste tuttavia, quantunque si cessi d'oprarvi contro: perchè dunque il conio non ritorna da se stesso indietro, quando non è gran cosa ottuso? Perchè oppone allora alla pressione del legno, che lo sollecita a retrocedere, l'attrito della sua superficie, ch'eguaglia, o che supera la forza, che fa entrare della superficie. Quando si son serrate le due maciulle, o morse d'un banco con la vite, nel momento che si cessa di farla girare, la resistenza è in equilibrio con la potenza: senza l'attrito, o sfregamento della vite nel suo cavo, o chiocciola, la menoma forza dovrebbe separare di nuovo le maciulle, o morse, che si sono serrate; pure i maggiori sforzi non vengono a capo di tanto, ed in ciò consiste il principale vantaggio di quest'istrumento.

III. SEZIONE.

Delle Corde.

LE corde sono corpi lunghi e flessibili, talor semplici, ma il più delle volte composti di molte fibre, o fila di materia animale, vegetabile, o minerale. Le catene anch'esse, se si riguarda l'impiego loro nelle macchine, debbono essere considerate, come corde; imperocchè quantunque la loro struttura sia del tutto differente, hann'elleno però le qualità essenziali delle corde, la lunghezza, e la flessibilità, che le rendono atte a' medesimi usi.

In meccanica s'adoprano comunemente le corde: 1. per cambiar la direzione del moto, come quando con una carrucola si fa salire un peso con lo

lo sforzo d' un altro, che discende: 2. per trasportar la potenza, o la resistenza in un luogo più vantaggioso o più comodo: col mezzo d' una corda, esempigrazia, un cavallo, ch' è su la riva, trascina una barca, cui non potrebb' egli quasi mai far movere in altra guisa: 3. per legare, strignere, e fermare in una maniera semplice e facile ogni sorta di mobili, che tendono da se stessi a disunirsi, o che una forza esterna sollecita a spaccarsi e disunirsi, o a mutar sito.

Le corde per se stesse non possono nè accrescere, nè diminuire l' intensità delle forze, che adoperano contro di esse, o contro le quali si fann' oprare esse corde: abbia la corda, con cui si suona una campana, 16 braccia, o n' abbia sol uno, o due, colui, che la suona, non ha nè più, nè meno di sforzo da fare: la forza d' un cavallo è la stessa, quand' egli tira con un grosso tratto, e quando con un picciolo: ma perchè una corda è più grossa, o più lunga, ella è più pesante; ella si piega o incurva, quando non adopera in una direzione verticale, ed è meno flessibile: ora il peso, la curvatura, e la rigidezza o inflessibilità delle corde sono resistenze, o svantaggi, ch' esigono uno sforzo maggiore dalla parte della potenza, e de' quali è necessario fare computo e stima nella pratica.

Nel parlare de' pozzi, dove si attigne l' acqua col mezzo di due secchie, che salgono, e discendono alternativamente, abbiamo già osservato, che la corda ne' tempi, ch' ella è più lunga da una parte, che dall' altra, aumenta il carico, e che quest' aumentazione divien considerabile, quando la profondità del pozzo o del sotterraneo è grande: si può dire la stessa cosa de' pesi, che si tira-

tirano ; le corde o le catene, che si adoprano, aumentano col lor proprio peso quello, su cui esercitan la loro azione.

La resistenza che nasce dalla ponderosità delle corde, cresce come la loro solidità o quantità di materia : considerandole come cilindri, si deve dunque, date lunghezze eguali, stimare la differenza del loro peso per lo quadrato del diametro. Se, per esempio, in luogo d'una corda, che pesa 30 libbre, ed ha un pollice di diametro, si mette un'altra della medesima lunghezza, e della medesima natura, che sia due volte tanto grossa, questa peserà 120 libbre, cioè quattro volte altrettanto della prima ; perchè il suo diametro è doppio.

Non solamente il peso della corda aumenta la somma delle resistenze nell'uso delle macchine ; ma accade molto spesso, che facendola curvare, egli fa prendere alla potenza una direzione men vantaggiosa di quella che avrebbe, se la corda stesse perfettamente diritta. Quando si tira un peso sopra un piano inclinato, veduto abbiamo, che lo sforzo della potenza è massimo, allorchè è diretto parallelamente al piano ; come A B Fig. 1. Ma vi sono molte occasioni, nelle quali la corda divenendo curva, come A E B, a cagione della sua lunghezza del suo peso, inclina l'azione della potenza al piano, e di tanto l'indebolisce.

La lunghezza sola della corda, independentemente dal peso, può apportare qualche cambiamento alla direzione della potenza ; imperocchè s'ella fa un angolo col terreno, considerata l'elevazione della potenza, lo fa tanto più grande, quant'ella è men lunga : quantunque le due linee

nee AC, AD (Fig.5.) non sieno nè l'una, nè l'altra parallele al piano FG; tuttavolta la prima si dilunga maggiormente dal parallelismo, che l'ultima: sempre che dunque una forza motrice sarà applicata ad una resistenza per mezzo d'una corda, o d'una catena, non occorre aver riguardo alla sua direzione, od alla sua tendenza naturale; ma a quella, ch'è indicata dalla catena o dalla corda, che trasmette il suo sforzo.

La durezza, o inflessibilità delle corde, quand'elleno hanno parte nel moto delle macchine, è cosa importantissima da conoscersi: ella dipende principalmente dal peso, o dalla forza, che stende le corde, dalla quantità, onde sono curvate, e dalla velocità, con la quale si fanno piegare. M. Amontons (*Mem. de l'Acad. de Scienc. 1699. p.* 217.) è il primo, che abbia trattato metodicamente questa parte delle meccaniche, della quale avanti di lui s'aveva un'idea confusa. Egli ne ha mostrata l'importanza con dar a conoscere, che ne' casi più ordinarj la durezza o rigidezza sola delle corde può aumentare d'un terzo la resistenza, sopra la quale si ha da mettere in opra la forza motrice; e c'insegna colla scorta dell'esperienze: 1. Che la resistenza causata dalla durezza o rigidezza delle corde cresce in ragione diretta de' pesi o delle forze, che le tengono tese: 2. Che questa medesima resistenza cresce parimente, come il diametro delle corde, *ceteris paribus*: 3. Che le corde si piegano più difficilmente, a misura che i cilindri, o le rotelle, sopra cui si fanno girare, diventan più piccioli, abbenchè quest'ultima resistenza non cresca tanto, quanto i diametri si diminuiscono.

PRI-

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Attaccansi al solaro d'una camera, o a qualche altro sodo appoggio due corde simili, A, B, *Fig.* 2. che pendono parallelamente, in distanza di 5, o 6 pollici d'una dall'altra, e che sostengono una tavoletta C D, sopra la quale pongonsi de' pesi.

Queste due corde fanno pel medesimo verso cadauna un giro sopra un cilindro E F: nel mezzo s'avvolge per verso contrario un nastro, od un filo, alla cui estremità s'attacca un piattello di bilancia, caricato tanto, che cominci a far girare il cilindro da sù in giù, come veder si può dalla *Fig.* 3. Si adroprano in queste esperienze molte paja di corde, che sono tutte della medesima materia, e di diametri differenti, e facili a paragonare: il cilindro deve sempre essere del medesimo peso, tuttocchè si varj la sua grossezza; ed affinchè il nastro o filo, che pende in *f*, sia sempre alla stessa distanza dal punto *e* (*Fig.* 3.) si diminuisce il cilindro nel suo mezzo; ovvero calcolando lo sforzo del peso, che pende dal filo, si tien conto della distanza del punto *f* dal punto *e*, s'ella è aumentata.

In questa prima esperienza il diametro delle corde è di tre linee, quello del cilindro d'un $\frac{1}{2}$ pollice, e prima si carica la tavoletta C D di 20 libbre, poscia di 40.

EFFETTI.

1. Quando le corde sono tese da un peso di 20. lib-

libbre, bisogna che il peso G sia di 45 oncie, per cominciare a far discendere il cilindro: 2. Quando si tendono le corde con un peso di 40 libbre, il cilindro non ubbidisce se non allo sforzo di 90 oncie.

SPIEGAZIONI.

Il cilindro, per il suo proprio peso, o per quello che agisce in *f*, tende a calar giù: se qualche cosa lo ritiene, sol può ciò venire dalla corda, che l'avvolge da una parte e dall'altra; imperocchè tolto quest' ostacolo, ben si concepisce ch'egli caderebbe: ma quest' ostacolo sarebbe nullo, se la corda avesse una flessibilità perfetta, s' ella si piegasse senza alcuna difficoltà; imperocchè allora tutte le sue parti s' avvolgerebbono successivamente sul cilindro, e lo lascerebbono liberamente passare dal luogo più alto al più basso; tutta la resistenza che cede primieramente a 45 oncie, viene dunque dalla rigidezza e inflessibilità delle corde, tese dal peso C D; e poichè questa rigidezza non può esser vinta che da 92 oncie, quando il peso che la fa nascere, cresce da 20 a 40, è una prova ch'ella cresce, come abbiam detto, in ragione diretta delle forze che tendon la corda, imperocchè 45, sono a 90, come 20 sono a 40.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

S' adopera in prima un pajo di corde, il diametro delle quali è di due linee; son elleno tese da un carico di 20 libbre, ed avvolgono un cilindro, che ha un mezzo pollice di diametro,

Appresso metteſi in opera un altro pajo di corde, una volta più ſottili delle precedenti, ſi dà loro il medeſimo grado di tenſione; e ſi fanno girare ſopra lo ſteſſo cilindro.

EFFETTI.

Nel primo caſo abbiſognano 30 oncie per vincere la durezza o infleſſibilità delle corde; nel ſecondo baſtano 15.

SPIEGAZIONI.

Quando la corda ſi curva, il ſuo diametro perpendicolare alla ſuperficie del cilindro, ch'ella avvolge, dev'eſſere conſiderato come una Leva che ha il ſuo punto d'appoggio nel cilindro medeſimo; quanto più queſto diametro è grande, tanto più la potenza od il peſo che tende la corda è lontano da queſto punto d'appoggio, e per conſeguenza più reſiſte al peſo del cilindro, od a quello ch'egli ſoſtiene in *g* (Fig. 3.) Ovvero ſi può conſiderare il diametro della corda, e quello del cilindro, come, tutti e due, una medeſima Leva, il cui centro di moto è in *e*, facilmente ſi vede, che ſe il braccio *e f* reſtando l'iſteſſo, *e b* diventa più lungo, la potenza che opra in L, avrà altrettanto più di forza per vincere quella che peſa in *g*. Conſiderando a queſto modo la rigidezza o durezza provegnente dalla groſſezza delle corde, vedeſi toſto, per qual cagione quando ſi duplica il lor diametro, convenga pur raddoppiare il peſo, che tende a far calare il cilindro. Vedeſi parimenti perchè queſta ſpezie di reſiſtenza non creſca in ragione della ſolidità delle corde, come potrebbeſi credere, ma ſolamente in ragione de' diametri, ſiccome l'abbiamo definito nella noſtra propoſizione.

III.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Tese che si faranno con un peso di 60 libbre le corde che abbiano un diametro di tre linee, s' impieghi da prima un cilindro d' un pollice, e di poi un altro d' un $\frac{1}{2}$ pollice di diametro.

EFFETTI.

La durezza delle corde col primo cilindro cederà a 135 oncie, e col secondo a 114.

SPIEGAZIONI.

Le corde, ed i pesi, che le tengono tese, rimanendo i medesimi, la lor rigidezza o durezza non può variare, se non per lo diametro del cilindro ch' elleno avvolgono. Quando questo cilindro è più picciolo, la corda è costretta a curvarsi maggiormente; ora poichè questa curvatura in generale è un ostacolo alla discesa del cilindro, come abbiam fatto vedere colla I. Esperienza, una maggior curvatura debbe aumentar la resistenza. Potrebbe taluno movers a credere, che il diametro del cilindro una volta più piccolo, dovrebbe rendere la medesima corda una volta più rigida e inflessibile; ma l' esperienza dimostra, che tal proporzione non segue in fatto: imperocchè 135 oncie, molto ci vuole, che pareggino due volte 114; siccome il cilindro adoperato nel secondo caso pareggiano due volte quello del primo, nella grandezza del suo diametro.

APPLICAZIONI.

Quello che noi abbiamo provato con le Sperienze precedenti, dee servir di regola nell' uso delle carrucole, delle taglie, de' torni, degli argancelli, ec. tutte queste macchine non possono adoperarsi, se non col mezzo delle corde, o per parlare più accuratamente, le corde ne sono una parte essenziale; se si trascurasse di computare l' effetto della loro inflessibilità e rigidezza, si urterebbe infallibilmente in errori considerabili, e l' abbaglio principalmente si troverebbe ne' casi, dov' è importantissimo non ingannarsi, cioè negli effetti grandi: imperocchè allora le corde sono necessariamente grosse e molto tese.

Si deve dunque por cura, 1. che sien preferite le carrucole grandi alle piccole, se il luogo lo permette, non solo perchè avendo meno giri da fare, il loro asse ha meno d' attrito, ma ancora perchè le corde che le cingono, e ch' elleno fan movere, ivi soffrono minor curvamento, e conseguentemente oppongono minor resistenza; questa considerazione è di tanto momento nella pratica, che calcolando la rigidezza della corda secondo la regola di M. Amontons (Mem. de l' Acad. des Sc. 1699. p. 2. 27.), vedesi chiaramente, che se si volesse traportare un peso di 800 libbre, con una corda di 20 linee di diametro, ed una carrucola, la qual non avesse se non tre pollici, bisognerebbe accrescere la potenza ben 212 libbre per vincere la rigidezza della corda; dove all' incontro con una carrucola d' un piede di diametro, questa spezie di resistenza cederebbe ad un sforzo di 22 libbre, *ceteris paribus*.

Di quì arguire si può, che le carrucole raddoppia-

piate, o molte insieme sotto una medesima forma, non possono mai avere tutte l'effetto, che risultar dovrebbe dal numero e dalla disposizione delle Leve ch'elleno rappresentano; imperocchè in queste sorte di macchine le corde hanno molti rigiri, e tuttocchè le potenze le tendano, carichino o premano, tanto meno gli assi, quanto le carrucole sono più numerose, nulladimeno, perchè non vi è corda, la cui flessibilità sia perfetta; moltiplicando le curvature, necessariamente s' accresce la resistenza, che nasce dalla rigidezza delle corde.

Quest' inconveniente, comune a tutte le carrucole replicate, è ancor più notabile in quelle, dov' esse carrucole schierate le une al di sopra dell' altre, debbon essere di mano in mano sempre più piccole, per far che la corda si muova senza toccarsi, e senza attrito. Imperocchè noi abbiamo fatto vedere nella terza Esperienza, che la corda più stenta a piegarsi, quando avvolge un cilindro di più piccolo diametro: le carrucole replicate, e tutte della stessa grandezza, sono dunque preferibili ne' casi, ne' quai la ragione, che abbiamo poc' anzi esposta non vien combattuta da altre più forti.

Coloro, che hanno l' avvezzamento e la perizia di lavorare a tornio, o col piede, o coll' archetto, sanno per loro propria esperienza, quanto sia necessario proporzionare la grossezza della corda a quella del pezzo, che si vuol tornire; se non si ha quest' attenzione, non si può mai eseguire alcun' opera dilicata e fina, tra due punte, perchè lo sforzo che convien fare per vincere la rigidezza della corda, giunge fino al pezzo girevole; questo pezzo non può reggere a tale sforzo, se non in quanto egli è di materia salda, e niuna

cosa meglio fa vedere, quanto una corda sovercchio grossa stenti a moversi, quanto il poco tempo ch'ella sta a riscaldarsi, e logorarsi quand'ella avvolge una parte assai minuta e sottile.

Le corde che si adoperano nelle macchine destinate a fare grandi sforzi, devono essere durevoli, perchè elleno non si fanno, nè si ristorano se non con spese grandi: debbon essere parimenti atte ad una grande resistenza, senza di che diventerebbon inutili, o causerebbono molesti accidenti. Ma queste due qualità sono difficili a conciliare con una grande flessibilità, perchè acquistar non si possono fuorchè col mezzo d'una grossezza notabile, e di qualche preparazione, che irrigidisca la corda, i grossi cordaggi che s'adoperano nelle fabbriche, e meglio ancora; quelli che servono nella Navigazione, sarebbono d'un uso molto più vantaggioso e più comodo, se si potesse trovare qualche mezzo di render le gomene o sarte più leggiere e più flessibili, senza levar loro la forza necessaria, senza renderle meno durevoli; la scelta delle materie, la maniera di prepararle e di metterle in opera, devono senza dubbio contribuir molto a quest'effetto; ma un'attenzione che un po' troppo trascurasi, che pur si dovria avere, è quella di proporzionare le corde agli sforzi, ch'elleno han da sostenere; di sceglierle forti, perchè non manchino: ma di non far però niente di superfluo per questo conto; perchè questa forza soprabbondante, non va d'ordinario disgiunta da un accrescimento di peso, di rigidezza o inflessibilità, e di dispendio ancora, che giova sempre minorare.

La fabbrica delle corde è stata lasciata quasi

del

del tutto in balìa d' artefici poco intelligenti, che lavorano per mera pratica, ed a' quali basta ripetere servilmente quello che altri prima di loro hanno fatto: questa sorte di lavoro tuttavolta è di tanta importanza, che meriterebbe l' attenzione de' dotti; e non si può non saper grado, ad alcuni di essi, i quali vediamo, in tal oggetto occupati, lasciare Speculazioni sublimi, il più delle volte inutili, per studiare cose tendenti più direttamente al ben essere della Società. M. Duhamel du Monteau, per adempire a parte di quei fini, ch' egli ha dovuto proporsi nella Carica ch' egli sostiene (*Egli è Ispettore generale della Marina*.), attualmente s' adopera in descrivere l' arte del Cordaggio, quel ch' egli ne ha letto nelle Radunanze dell' Accademia, e le sperienze che gli si son vedute fare da alcuni anni in qua, in molti de' nostri Porti, bastano già per far credere, che quest' opera non sarà solo una storia di quel che si suole praticare, ma una raccolta d' istruzioni utili e nuove, le quali potranno procacciare a quest' arte la perfezione, di cui ha bisogno.

Dopo d' aver parlato della rigidezza o poca flessibilità delle corde, del modo onde si può stimare la resistenza che ne risulta nelle macchine, ci resta da dir qualche cosa della lor forza, e de' cambiamenti, ond' elleno son suscettibili, quando diventano umide, od al contrario troppo asciutte.

Le corde, che più sono in uso nella Meccanica, quelle, delle quali principalmente quì trattiamo, sono adunamenti di fibre, che traggonsi da' vegetabili, come dal canape; o dal regno animale, come la seta, o certe minugia che

mettonsi in istato di esser filate. Se coteste fibre fossero abbastanza lunghe per se stesse, forse basterebbe metterle insieme, legarle in forma di fastelli sotto un invoglimento comune: questa maniera di comporre le corde, sarebbe forse paruta la più semplice, e la più atta a conservar loro la qualità più necessaria, cioè la flessibilità: ma però che tutte queste materie hanno una lunghezza assai limitata, s' è trovato il mezzo di prolungarle, filandole, cioè attorcigliandole insieme per modo, che le une unendosi in parti coll' altre, sono abbracciate, e ritenute similmente da quelle che seguono; l'attrito che nasce da questa sorte di unione, è sì considerabile, ch' elleno si rompono più tosto, che sdrucciolare l' una sopra l'altra secondo la lor lunghezza; così formansi le prime fila, l'aggregato delle quali fa una cordicella, e di molte di queste cordicelle, riunite, e attorte insieme, componsi le più grosse corde.

Facilmente si scopre, che la qualità delle materie molto concorre alla forza delle corde: si capisce altresì, che un maggior numero di cordicelle egualmente grosse, dee fare una corda più difficile da rompere; come una maggior quantità di fila forma una funicella di maggior resistenza: ma qual è poi la maniera più vantaggiosa di unire le fila, o sia le piccole cordicelle? L'attorcigliamento, col quale si suole legare questi fasci di fila, dà egli in verità più di forza alle corde, di quel che n' avrebbono, se le parti componenti fossero solamente unite in forma di fastelli? Ciò non è chiaro abbastanza; se credessimo alla prevenzione, parrebbe doversi decidere in favor dell' attorcigliamento perchè questa maniera fa nasce-

re

re un' unione più intima tra le parti competenti, e la forza del composto par che dipenda da quest' unione. Vi son anche delle ragioni speziose, che hanno indotto gli uomini scienziati a pensare come il volgo su questa materia: Si sa in genere che la forza d' un corpo dipende dalla sua solidità, dalla sua grossezza: l' attorcigliamento rende una corda più grossa, che non lo sarebbe, se le fila o funicelle fossero sol adunate allato l' una dell' altra; imperocchè è un fatto certo, che attorcigliando insieme 5 o 6 fili, rendesi quest' adunamento più corto e più grosso; parè adunque che questa grossezza acquistata con dispendio della lunghezza, dovrebbe fare un corpo più difficile da romperſi.

In oltre l' attorcigliamento fa pigliare alle fila una direzione obliqua alla lunghezza della corda, cui compongono; ed essendo che lo sforzo d' una fune si fa su la sua lunghezza, segue che la forza che la tien tesa, adoperi solo obliquamente sopra le fila, e che per conseguenza sono più atte a resistere; imperocchè un' azione obliqua ha men di effetto, che uno sforzo diretto.

Ad onta di tali ragioni, la sperienza ha deciso che questa maniera di lavorar le corde, comoda ed utile per altri conti, le indebolisce più tosto, che aumentarne la forza, il che appar vero incontrastabilmente, dopo, che si è veduta una Dissertazione curiosa del Sig. Reaumur (*Mem. de l' Acad. des Sc.* 1711. *pag.* 6.), in cui egli tratta, questa materia con affatto nuove Osservazioni; e dalla quale io ho tratte le prove, che sono quì per riferire.

IV.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Scegliesi una mataſſa di filo da cucire il più eguale che ſia poſſibile : divideſi in più capi, e ſi prova di cadauno la forza, con ſoſpendervi de' peſi noti, ſin a tanto che detti capi di fili ſi rompano. Quando ſi è accertato di quanto poſſono portare ſeparatamente ſenza romperſi ; ſe ne attorcigliano inſieme 2, 3, o 4 ec. per farne una funicella, alla quale parimenti ſoſpendonſi de' peſi, per ſaper quanto ella ſia capace di ſoſtenere. Vedi la *Fig.* 4.

EFFETTI.

Le fila attorcigliate, in qual ſi voglia numero non portano mai un peſo ch' eguagli la ſomma di quelle che portavano ſeparatamente.

SPIEGAZIONI.

Se il filo della noſtra eſperinza impiegato ſolo e ſemplice, ha una forza equivalente a 6 libbre, due di queſte fila, C, D, porteranno ſenza dubbio la ſomma di 12 libbre; ma biſogna per tale effetto che lo ſforzo ſia partito egualmente all' uno ed all' altro, che cadauno dei due non abbia da portare ſe non la metà della ſomma totale, cioè 6 libbre.

Per far meglio accorgere della neceſſità di tal condizione, immaginiamoci che i due peſi di 6 libbre E, F (*Fig.* 4.) ſieno uniti inſieme, ed in tal maniera che di queſta ſomma di 12 libbre, i due terzi carichino il filo C, e l' altro terzo il filo D: il primo de' fili ſi romperà ſubito, perche ſecondo la noſtra ſuppoſizione, egli non può por-

portare se non 6 libbre, e non 8. Ma subito ch' egli sarà rotto da questo eccessivo sforzo, l'altro pure si romperà, perchè troverassi caricato solo di tutto il peso, di cui non poteva portare se non la metà. Così, abbenchè ciascuno di questi fili possa resistere ad uno sforzo di 6 libbre, l'un e l'altro insieme non possono sostenere 12 libbre, se non sono egualmente caricati. Ma allorchè le due fila sono attorcigliate assieme, infallibilmente avviene, che l'uno de' due sia più caricato dell'altro, e che lo sforzo del peso sia inegualmente ripartito fra essi, di quì nasce, che non possono mai sostenere insieme le 12 libbre che avrebbono separatamente portate.

Una ragione di quest' effetto si è, che atttorcigliando così le fila, elleno si tendono; e questa tensione fa le veci di una parte di quello sforzo, cui possono sostenere. Non sono più dunque in istato di resistere tanto, quanto avrebbon potuto fare avanti d' essere attorcigliate.

APPLICAZIONI.

Le gomene, od altre grosse funi, che si adoperano o su i Vascelli, o nelle Fabbriche, essendo sempre composte di cordicelle, e queste di una certa quantità di fila unite insieme, come quelle della nostra Esperienza; è evidente che non se ne dee aspettare tutta la resistenza, di cui sarebbon capaci, se non perdessero niente della lor forza con l'attorcimento; e questa considerazione è tanto importante, quanto che da questa resistenza dipende bene spesso la vita d' un gran numero d' uomini.

Ma se l' attorcigliamento delle fila in genere rende le corde più deboli, come l'abbiam fatto vedere; tanto più s' indeboliscono, quanto più

s' at-

s' attorcono ; ed è un' avvertenza di momento , particolarmente nelle fabbriche di cordaggi destinate per la marina , di non torcere se non quanto è necessario per legare le parti , con un sfregamento sufficiente . Sarebbe desiderabile , che s' avesse sopra di ciò una regola da prescrivere agli operaj , e che si potesse fidarsi della loro docilità , e delle loro attenzioni ad osservarla .

Quando si ha qualche grande sforzo da fare con molte corde nel medesimo tempo , quello che bene spesso difficolta o impedisce la riuscita , è che non si fanno tirare egualmente : ed allora elleno si rompono l' une dopo l' altre , per le ragioni toccate di sopra , e mettono rischio quelli che le hanno poste in opra . La tiratura eguale delle funi , le quali concorrono ad un medesimo sforzo , non è sempre così facile , quant' è necessaria , da ottenersi ; quest' è uno di que' casi molt' ordinarj in Meccanica , che l' esito dipenda quasi del pari dalla destrezza e dall' intelligenza di colui che opera , che dalle forze , le quali egli fa operare .

In quanto ai cambiamenti che possono accadere nelle corde , per la umidità , o per la secchezza , e' dipendono principalmente dalla materia e dalla foggia onde son fatte : io mi fermerò quì ne' più notabili ed in quelli che nell' uso delle macchine sono di qualche importanza .

Tutte le corde che sono composte di più fibre , fila , o cordicelle , attorcigliate insieme , si gonfiano , e diventano più grosse , quando l' acqua le penetra , ed al contrario , secondo che si seccano , scemano un poco di grossezza ; ma diventando più grosse , perdono una parte della lor lunghezza , e si distorcono o sciolgono un poco . Questi so-

sono due fatti già noti da lungo tempo, e che io ho verificati spesse volte colla seguente Esperienza.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Io attacco al soffitto, o qualche altro luogo saldo, delle funi di canape, o di minugia ec. all' estremità delle quali sospendo de' pesi H, K Fig. 5. gagliardi soltanto che basti per tenerle tese, e che finiscono in punta al di sopra, e molto dappresso alla tavoletta I L; all' estremità di cadauna delle funi, immediatamente al di sopra del peso, pongo un piccolo indice di cartone, *g*, od *h*, che fa un angolo retto con la corda, che ammollo poscia da un capo all' altro, col mezzo d' una spugna, o d' altra guisa.

EFFETTI.

S' osserva primieramente, che le corde s' accorciano, perchè i pesi che le tengon tese, si sollevano un poco sopra della tavoletta: secondariamente, ch' elleno si distorcono, o sviluppano, per il moto dell' indice, che a poco a poco gira da dritta a sinistra.

SPIEGAZIONI.

L' acqua s' introduce in una corda, com' ella entra in tutti i corpi porosi; ne separa e scosta alcun poco le parti, e per questa ragione la corda ammollata diventa più grossa. Ma le parti d' una corda sono fibre, che s' incrocciano un gran numero di volte per l' attorcigliamento, e che non possono scostarsi l' una dall' altra, senza formare un ventre, e senza che l' estremità si ravvicinino; di

qua

qua nasce l'accorciamento di tutta la fune. Le particelle d'acqua, che aprono i piccoli interstizj, che sono tra le fibre, dilatano pure quelli che trovansi tra le cordicelle componenti, e questa dilatazione fa che la corda diventi un poco meno torta.

Ciò che vi ha di più notabile, si è, che questi effetti seguono, non ostante i pesi che tengono le corde tese, e questi pesi ponno essere d'assai momento; ed è quest' uno degli esempj da citarsi per far vedere, che piccolissime forze moltiplicate, sono capaci di produrre grandi sforzi. Una esperienza, ch'è molto per se stessa curiosa, e che son per riferire, insegnerà, come un fluido che s'introduce in una corda, può renderla più corta, ingrossandola, tuttocchè una potenza considerabile s'opponga ad un tale effetto.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

A, B, C, *Fig. 6.* sono vesciche, le quali comunicano insieme per piccole sommità ed aperture di tubi o cannoncini, che servono a unirle: D, è un peso di 30 libbre, che riposa sul piede della macchina, quando le vesciche sono vuote.

EFFETTI.

Quando si soffia dell'aria nelle vesciche per lo tubo, che si vede in E, elleno si gonfiano ed il peso s'alza di molti pollici.

SPIEGAZIONI.

L'aria che s'introduce nelle vesciche, le dilata; ma le pareti AA, BB, CC, non possono scostarsi l'una dall'altra, se insieme non si ravvicinano l'estremità di cadauna vescica, e tutta

ta la massa per conseguenza non diviene più corta, e non obbliga il peso ad alzarsi.

Per concepire come elevar si possa con un semplice soffio un peso così notabile, conviene por mente che tutto il suo sforzo si divide con eguaglianza a tutta la superficie delle vesciche; l'orifizio del canale E *e*, non occupa, fuorchè una piccolissima parte di questa superficie; se ne occupa, per esempio, sol una $\frac{1}{1000}$, la resistenza che s'oppone alla sua imboccatura, e che bisogna vincere per introdur l'acqua soffiando, non è dunque se non la $\frac{1}{1000}$ parte di 30 libbre.

I lati *b* A *b*, *c* A *c* (Fig. 6.) d'una di queste vesciche, rappresentano molto bene le fibre, che compongono le corde; siccome l'aria dilata le une, così l'umidità gonfia le altre, e fa lor fare de' grandi sforzi.

APPLICAZIONI.

Quel che succede alle corde, che si bagnano, avvien parimenti alle fila torte, che considerar si debbono come picciole corde, o s'impieghino semplici, o se ne formino de' tessuti. Il perchè, le tele nuove si raccorciano al primo bagnarle che si fa; e generalmente vedesi che tutti i panni e drappi ritiransi quando si ammollano; quei che sono fabbricati di due sorti di fila poste in differenti versi, ritiransi inegualmente, e fan pigliare cattiva forma a' lavori a quai fansi servire. Le calzette, ed i guanti lavorati a gucchia non si calzano, nè si levano che con fatica quando son umidi; questa difficoltà proviene dal ristringimento, causato dalle particelle d'acqua, che hanno gonfiate le fila; se ciò non fosse, l'interposizione d'un fluido non servirebbe che a farli sdrucciolare più facilmente su la pelle.

Il mezzo di raccorciare le corde ammollandole potrebbe essere d' un grand' ajuto in certi casi: dicesi (ed è una tradizione ricevuta quasi universalmente) , che nell' ergere un obelisco in Roma, sotto il Pontificato di Sisto V, trovandosi l' Imprenditore in qualche impaccio e dubbietà perchè le corde erano un poco troppo lunghe, vi fu chi esclamò: *Bagna le corde*; e che quest' espediente tentatosi, riuscì a perfezione. Per verificar questo fatto, io ho avuta la curiosità di scorrere alcune opere, nelle quali con minuto divisamento trovai tutto quello che Domenico Fontana fece per ordine del Papa, dal 1586. fino al fine dell' anno 1588. per rialzare quattro obelischi antichi, ch' erano sepolti sotto rovine; cioè, quello del Vaticano, che fu collocato rimpetto alla Chiesa di S. Pietro; un altro che aveva servito di Mausoleo d' Augusto, e che si piantò davanti alla Chiesa di S. Rocco; e altri due finalmente ch' erano del gran Circo, e l' uno de' quali è oggidì in faccia a Santa Maria del Popolo. In tutte le mie ricerche, non ho trovata una parola, che faccia cenno delle corde bagnate: ora io non credo che quest' aneddoto sarebbe stato ommesso in cotestе descrizioni, tanto piene di tutte le circostanze; volontieri dunque m' indurrei a pensare, che il fatto sia apocrifo, ma la sua possibilità non è da alcuno contrastata, e si può dedurla manifestamente dalle Sperienze, che abbiam di sopra riferite.

E' a proposito osservar quì, che le corde ammollate non possono vincere grandi resistenze accorciandosi, se non in quanto son fatte di materie poco suscettibili di allungamento per se stesse, quali sono le fibre de' vegetabili, o la seta;

se

se bagneranno corde fatte di minugia tuttochè elleno tendano ad accorciarsi, per le ragioni che abbiam dette, nulladimeno si allungherebbono infallibilmente, tirandole con una certa forza, perchè le fibre che le compongono, sono estensibili in ogni sorte di verso, e lo son tanto più allora, quando l'umidità penetrandole, accresce la loro pieghevolezza.

Comechè l'umidità e la secchezza han degli effetti sensibili sopra le corde, si è procurato di approfittarsene, per conoscere lo stato dell'atmosfera per questo conto; quegl' istrumenti che si chiamano *Higrometri*, ed a' quali diamo tante differenti forme, consistono principalmente in una corda di canape o di minugia, che indica allungandosi, ed accorciandosi, ovver torcendosi, e storcendosi, se regna nell'aria più o meno d'umidità. Il più semplice di tutti si fa con una corda di 10, o di 12 piedi, che si tende debolmente in una situazione orizzontale, e in un luogo a coperto della pioggia, benchè esposto all'aria libera; si attacca nel mezzo un fil d'ottone, dalla cui estremità si fa pendere un piccolo peso che serve d'indice, e che nota sopra una scala divisa in pollici ed in linee, i gradi d'umidità ascendendo, e quelli della secchezza discendendo. Vedi la *Fig.* 7.

Spesso pure si fanno degl' *Higrometri* con un capo di corda di minugia, che ficcasi da una parte a qualche cosa di solido, e che dall'altra s'attacca perpendicolarmente ad una piccola traversa, che gira secondochè la corda si storce, e che indica, come un ago o stilo su la circonferenza d'un oriuolo, i gradi dell'umido e del secco, *Fig.* 8. ovver si collocano su l'estremità della picciola sbarra due figure umane di cartone o di

smalto, l'una delle quali rientra, e l'altra esce da una casetta che ha due portici, quando il secco o l'umido fa girare la corda; e fassi portare un piccolo parapioggia a quella delle due figure, ch' è costretta dal moto della corda ad uscire, quando l'umidità cresce. Vedi la *Fig.* 9.

Gl' *Higrometri* che si fanno a questa maniera, o in guisa equivalente, nascondendo la corda per render l'effetto un poco misterioso, non sono buoni che a dar trastullo a' fanciulli; nè si debbe aspettare, che insegnino qual sia in verità lo stato attuale dell' atmosfera, per quel che riguarda l'umido e il secco; che si tengono in appartamenti chiusi, e la corda, che n' è l'anima, è contenuta quasi in un astuccio, ove l'aria poco o niente rinuovasi.

In somma il migliore di tali strumenti, quasi altro non insegna, se non che la corda è molle, o ch' è secca; imperocchè, 1. l'umidità, che l'ha una volta penetrata, non n' esce fuorchè a poco a poco, e secondo l'esposizione del luogo, la calma od il vento che regna; e bene spesso succede, che l'atmosfera ha già perduto una gran parte della sua umidità, innanzi che la corda ne possa dare alcun segno. 2. Tutto quello che si può sperare da un *Higrometro* a corda, si è, ch' egli additi se vi ha più o meno d' umidità nell' aria, in paragone del giorno precedente, e si fa ciò con tanti altri segni, ch' è molt' inutile il fare una macchina, che niente più di questo c' insegna. Quello che più importerebbe sapere, è, di quanto cresca o scemi l'umidità od il secco da un tempo all' altro, e poter rendere queste sorte di strumenti, paragonabili; tolto quest' avantaggio, cui probabilmente mai non avranno gl' *Higrometri* a corde, essi non meritano che sien con-

contàti fra 'l numero degl' istrumenti meteorologici.

X. SEZIONE.

Sopra la natura, e le proprietà dell' Aria.

POche materie ci sono, la cognizione delle quali c' interessi tanto quanto quella dell' Aria: questo fluido, nel quale noi siamo immersi dal momento del nostro nascere, e senza del quale non possiam vivere, merita senza dubbio l' attenzione di tutti gli esseri ragionevoli, che lo respirano: la sua azione continua su i nostri corpi ha molto di parte de' differenti stati, ch' eglino provano; noi abbiam sempre alcun che da sperare o da temere da' cambiamenti dell' aria. Col mezzo delle sue proprietà, e delle sue influenze, la natura dà l' aumento, e la perfezione a tutto quello, ch' ella fa nascere per li nostri bisogni, e per li nostri usi: col mezzo dell' aria, ella trasporta, e distribuisce le sorgenti della fecondità nelle varie parti della terra. L' aria agitata è, per così dire, l' anima della Navigazione: col mezzo del vento, le navi, che possono considerarsi come tante città fluttuanti, passano da un lido, e da un termine all' altro dell' Oceano, e veggonsi tuttodì in commercio Nazioni, le quali parevano dover niente mai saper l' una dell' altra in perpetuo, atteso la sterminata distanza de' luoghi. Il suono, la voce, la stessa parola, non son altro che un' aria percossa, un soffio modificato, che diventa il veicolo de' nostri pensieri, e che ha il potere d' eccitare, e di calmare le pas-

fioni (a). Tanti maravigliosi effetti non possono risaperfi con indifferenza; la mente ch' è capace di ammirarli, non può essere senza un gran senso per quel piacere che s' ha di conoscerne le cagioni.

In qualunque luogo che noi ci trasportiamo su la terra, o si cangi clima, o si ascenda da luoghi più bassi alla cima delle più alte montagne, ci troviamo sempre nell' aria; niun luogo, niun tempo si conosce, in cui questo fluido sia mancato: questa considerazione ci dà ragion di credere, che il globo che abitiamo, sia circondato d' aria da tutte le parti; e questa spezie d' involtura, che chiamasi comunemente l' *Atmosfera*, ha delle funzioni così manifeste, ha tanta parte nel meccanismo della natura, che non si può dubitare, aver ella incominciato colla terra medesima, e dover ella durare quanto la terra.

Come atmosfera terrestre, ha l' aria delle proprietà, che più non le appartengono, quando non si considera di essa, se non una piccola porzione, e quando si prescinde da tutto quello che potrebbe framischiarsi in essa d' estraneo; non essendo queste proprietà dell'aria, come atmosfera, se non, dirò così, accidentali, e non procedendo direttamente dalla natura dell' aria, ma più tosto dalla sua quantità, dalla figura della sua massa, dal suo mescuglio con altri corpi, ec. io credo che opportuna cosa sia, principiare dall' esame, e dilucidamento di quelle, che questo fluido ha sempre, come aria, e indipendentemente dalle condizioni, delle quali abbiamo poc' anzi favellato.

PRI-

(a) *Ipse aer nobiscum videt, nobiscum audit, nobiscum sonat: nihil enim eorum sine eo fieri potest.* Cic. de Nat. Deor. l. 2. cap. 33.

PRIMA SEZIONE.

Dell' Aria considerata in se stessa, indipendentemente dalla grandezza, e dalla figura della sua massa.

E' Quasi che inutile il dire, che l'Aria è una sostanza materiale: se ne togliamo i fanciulli, che non hanno fatto ancora uso della loro ragione, od alcuni uomini rozzi, e senza educazione, e coltura, che non hanno mai riflettuto sopra le più ordinarie cose; niuno vi è al presente, che non riconosca in questo fluido i principali attributi, che caratterizzano i corpi, l'estensione, la divisibilità, la resistenza, ec. tutti oramai sanno, ch'egli può ricevere, e trasmettere il moto; e se si dice, che un vase è vuoto, quando n'è stata versata l'acqua, quest' è una espressione autorizzata dall'uso, ma di cui generalmente è nota la falsità, o la poca accuratezza.

Gli Autori antichi, al par de' moderni, hanno confessato, che l'aria è una materia. Quelli che l'hanno qualificata per *spirito*, hanno senza dubbio impiegato questo termine nel senso figurato, per esprimere la sottigliezza di questo fluido, o per fare intendere, quanto è necessario per la vita degli animali, e per l'accrescimento delle piante; o se abbiam da prendere quest' espressione letteralmente, non è giusto tradurre la parola latina *spiritus* per quella di *spirito*; ella significa egualmente un soffio, un' aria agitata; e si debbe credere, che niun

Fisico l' abbia altrimenti inteſa. Del reſto l' l' autorità non ha forza, quand' ella ſi trova in contraddizione coll' eſperienza; l' uſo del ventaglio fa ſentire la reſiſtenza dell' aria a coloro perſino, che punto non bramano di convincerſi; e quando noi abbiamo provata l' impenetrabilità de' corpi in genere, le ſperienze che abbiamo addotte, han fatto ſpezialmente conoſcere l' impenetrabilità dell' aria.

Alcuni Fiſici (a) hanno penſato che l' aria poteſſe peravventura non eſſer altro, che un miſcuglio delle particelle più ſottili, eſalanti da tutti gli altri corpi, e che ſendo troppo diviſe, ripigliar non poſſono la loro prima forma, e reſtano perciò ſotto quella d' un fluido particolare, ch' elleno compongono: ma oltre che queſta opinione non s' appoggia a prova alcuna, l' aria ha delle proprietà coſtanti, de' caratteri inalterabili, per li quali ſi fa ſempre conoſcere, e che varierebbono, ſecondo le circoſtanze del tempo, e del luogo, ſe foſſe vero che dipendeſſero dal diſfacimento di molte materie, e dall' aggregato di tanti eſtratti. E' dunque coſa più naturale e veriſimile il credere, che l' aria è una ſpecie di ſoſtanza particolare, d' una ſtabile e fiſſa natura, che le ſue parti integranti ſono omogenee, o che i ſuoi principj ſono in ogni tempo uniti, per non cedere ad alcuno ſforzo, che per decomporla noi vorremmo o potremmo adoprare.

La

(a) *Otho de Guerike Exper. nov. Magd. lib. 2. c. 5. & l. 4. c. 1. Boyle, Eſper. Phyſ. Mech. Edit. Genev. 1677. p. 69. 's Graveſande Phyſ. El. Math. p. 3. Ed. 1742.*

La Fluidità dell' aria è tale, ch' ella non si vede cessare giammai, finchè le sue parti si toccano, e che la loro contiguità non è interrotta da una troppo grande quantità di materia estranea. Noi vediam comunemente de' liquori agghiacciarsi dal freddo; certi fluidi compressi cessano di scorrere, e si fissano sotto la figura, che lor si fa prendere: ma in qualunque clima, ed in qualunque stagione che si voglia, non si vede mai alcuna parte dell' atmosfera diventar solida: e la compressione la più forte che sia stata mai impiegata, non ha potuto indurare nè fissare l' aria. E' dunque forse dell' essenza sua la fluidità? E' impossibile assolutamente, ch' ella la perda? Il fatto, come stia, non si vede: ma sarebbe una temerità asserire il contrario, senza addurne delle prove.

Questa fluidità sì costante dell' aria, proviene forse dalla sola sottigliezza delle sue parti, come ha creduto un dotto Chimico (*Boerhaave*, *Chemia*, *tom.* 1. *p.* 230.)? Noi presumeremo già, se porrem mente che l' acqua, ed alcuni altri liquori, che cessano d' esser fluidi per un gran freddo, passano a traverso di certi corpi, quali non può mai l' aria penetrare (*Boyle Nov. Exp. Phys. Mat. Mech. p.* 108.); imperocchè se la tenuità delle parti fosse capace di mantenere costantemente la fluidità, o l' acqua non dovrebbe agghiacciarsi più che l' aria, o l' aria, che non si agghiaccia mai, doverebbe avere parti più tenui e più fine, più penetranti in somma, che non son quelle dell' acqua. Ora è un fatto averato e dimostrato dal Sig. Reaumur (*Mem. de l' Acad. des Scienc.* 1714.), che l' aria non passa a traverso della carta bagnata, e di alcune altre

materie, che sono attissime a filtrare l'acqua; dal che risulta che le parti dell'aria sono più grossiere o meno sottili che quelle dell'acqua, se pur la figura nelle une non compensa la tenuità delle altre.

E' molto verisimile che l'aria resti costantemente fluida, perchè è perfettamente elastica: se fosse sol compressibile, le sue parti ravvicinate potrebbono forse toccarsi tanto da presso, che formassero un corpo duro: e niuna cosa le obbligherebbe a lasciar tale stato: siccome la neve premuta tra le mani prende la figura e la consistenza d'una palla solida: ma l'elasticità ch'elleno hanno, tende sempre a rarefare la massa che compongono, perchè la più valida compressione non può se non tenderle, e non già sforzarle; così queste parti conservano quella mobilità respettiva, in che consiste la fluidità.

Si può concepir le parti integranti dell'aria come piccoli filamenti, contornati in forma di spire flessibili ed elastiche, e il lor adunamento, appresso a poco come un fastello o gruppo di lana cardata, che si può ridurre in più picciolo volume, quando si stringe e preme, ma che tende sempre a rimettersi nel suo primiero stato. Quest' idea è un mero grossolano abbozzo della natura dell'aria; e confesso, che forse s'hanno 100 contr' 1 da poter scomettere, che le parti di quest' elemento non han la figura da me attribuitagli; perchè per supporle tali, io non ho altra ragione fuorchè la loro flessibilità e la loro molla; e possono elleno esser elastiche con cento figure differenti da un filetto spirale: perciò quando io ammetto quest' ipotesi con la maggior parte de' Fisici, non pretendo di dire, ciò ch'elle-

no

no sono, ma solamente ciò che possono essere; e lo fo meno per attenermi a un partito in quello spetta la loro figura, che per potere far meglio conoscere l'ammirabile elasticità del fluido, ch'elleno compongono, ed alcune altre proprietadi, delle quali appresso parleremo.

Si dice comunemente che l'aria è secca; ma perchè se gli attribuisce questa qualità? Forse perchè ella sen porta via dalla superficie de' corpi l'umidità che in essi ritrovasi? In vero, spesse volte succede, che l'aria faccia l'ufizio d'una spugna, ma parimenti ella rende, in più casi, umidi quei corpi, ch'ella tocca, perchè le parti acquose, ond'ella è sempre più o meno caricata, s'attaccano a certe materie più saldamente che all'aria stessa: s'espone del pannolino per farlo asciugare; ma ad esporre all'aria del sal di tartaro, o qualch'altro sale, segue un effetto contrariissimo, perciò le corde o le tele, che si sono ammollate nell'acqua marina, si asciugano difficilmente all'aria, perchè l'acqua resta pertinacemente attaccata alle particelle saline, che stan su la superficie.

Diraffi egli, che l'aria è secca, perchè non ammolla come i liquori? Ma allor bisogna convenire del senso che dar sogliamo al termine di *ammollare*, o di *bagnare*; s'egli significa star attaccato alla superficie dei corpi solidi, dovraffi concedere che l'aria ammolla o bagna, almeno un gran numero di materie; imperocchè è un fatto certo, che se si versi in un vaso qualche liquore, che obblighi l'aria ad uscirne, riman tuttavia uno strato di questo fluido, attaccato o aderente alle pareti, non lo scorgiamo per lo più, perch' egli è tenuissimo e trasparente; ma diventa

venta sensibile quando dilatasi, o con riscaldare fortemente il vaso, o con metterlo nel vuoto: e per questa ragione un barometro, che non è stato riempito al fuoco, cioè il cui mercurio non ha bollito nel tubo, appar colorito ed appannato; e vi si scorge un' infinità di bollicelle d' aria, rimase attaccate al vetro. Se *bagnare* significa poi quell' impressione, che si fa su la pelle, quando tocchiamo un liquore, impressione sempre differente da quella d' un corpo solido, perchè le parti mobili fra esse, e sciolte, si gettano, od annicchiano ne' pori, e procurano un contatto più puntuale, e più intero; in questo senso l' aria bagna pure ed ammolla i corpi; e se noi men ce n' accorgiamo, la ragione si è, perchè l' impressione, ch' ella suol fare sopra di noi, ci è più familiare; la sua maniera di bagnare è differente, senza dubbio, da quella dei liquori, come questi pure bagnano d' altra guisa gli uni che gli altri; lo spirito di vino bagna altramente che l' acqua, e l' acqua non bagna come l' olio; vale a dire, che la loro applicazione su la cute eccita sensazioni diverse.

Dacchè si sa, mercè d' infinito numero di famigliari osservazioni, che l' aria è materiale, che le sue parti riunite formano una massa resistente, mobile e capace di muovere altri corpi, è quasi superfluo esaminare, s' ella sia pesante; imperocchè, quantunque la gravità non sia un attributo essenziale alla materia, e si possa concepirla senza questa tendenza al centro della terra; tuttavolta non abbiamo alcun esempio da addurre, che obblighi ad eccettuare l' aria da questa legge comune; e dobbiam presume-

sumere, che sia soggetta al pari degli altri corpi sublunari, quando non abbiamo prove del contrario.

Ma tant'è lungi, che si abbia ragione alcuna onde attribuire all'aria una leggerezza assoluta, che fatti innumerabili anzi ne sforzano a confessare il di lei peso: ne abbiamo riferiti parecchi trattando dell'Idrostatica; eccone quì degli altri, che lo provano direttamente.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Figura* 1. rappresenta una di quelle trombe, che si nominano comunemente, *Macchine Pneumatiche*: quantunque tal nome, a prenderlo secondo la sua etimologia, convenga egualmente a tutte le macchine che servono alle sperienze, che si fanno su l'aria; tuttavolta per un uso che ha prevalso, egli addita spezialmente quella, con la quale si fa il *vuoto*, cioè, con la quale si tromba, o si estrae l'aria d'un vase: probabilmente perch' ella è più celebre dell' altre; e col suo mezzo s'è fatto un gran numero di curiose e di utili scoperte in questo genere. Il suo primo Autore, fu Otto de Guerike, Console, o Borgomastro di Magdeburgo, che incominciò a farla conoscere in Ratisbona l'anno 1654. Alcuni anni dopo, Boyle ne fece costruire una appresso a poco simile, che molto fu da lui perfezionata in appresso. Il grand' uso che fece di questa Macchina il Filosofo Inglese, e la riuscita delle sue Esperienze, fecero perdere di vista l'Inventore Alemanno, di maniera che al presente il principale effetto di questa Tromba si chiama di

ordinario *il Vacuò Boyleano*. Il Sig. Hombergio, mosso da' progressi che avea fatti la Fisica in Germania, e in Inghilterra col mezzo di quest' ingegnosa macchina, e ben sapendo di quale utilità ella poteva essere nelle mani de' Dotti, cercò dei mezzi di renderla più esatta, che stata non era fin allora; e colla cura ed attenzion sua, l' Accademia Reale delle Scienze, di cui era membro, ne fece far una, circa 45 anni fa, la qual vedesi tuttavia nell' Osservatorio, tra gl' Istrumenti che gli appartengono. Finalmente, dopo ch' io ho abbracciata una professione, che mi rende l' uso di questa Tromba del pari frequente che necessario, mi sono applicato a ridurla a quel segno, che potesse servire e giovare con maggior sicurezza, comodo ed estensione, che servito non avea per l' addietro; si potrà giudicare, se ho a questi tre oggetti soddisfatto leggendo nelle Memorie dell' Accademia per gli anni 1740, e 1741 i cambiamenti, e le aumentazioni, che a cotesta macchina ho fatte: ivi se ne troverà la storia e la descrizione, con tutte quelle particolarità, che quì non avrebbono luogo.

Dirò solamente, per facilitare l' intelligenza dei fatti, che ho da riferire nel decorso di questa Lezione, che la macchina pneumatica, di cui mi servo, è composta di sei parti; cioè, 1. d' un corpo di tromba di rame A: 2. d' uno stantuffo, che ha il manico terminato in forma di staffa B, per esser abbassato col piede, e guernito di un ramo, o diremmo quasi di un' elsa, che vien sù, e finisce in una impugnatura C, per potersi con una mano rialzare: 3. d' un tubo di comunicazione, di cui si vede la chia-

ve

ve in D: 4. d'una piastretta coperta d'una pelle ammollata, su cui si posa il recipiente, o la campana di vetro E: 5. d'un piede FG, con due tavolette H, H, che possono alzarsi, e abbassarsi a beneplacito: 6. d'un tornello o rocchello IKL, col quale si può trasmettere un rapidissimo moto in un recipiente, dopo estratta l'aria.

Non potendosi fare il vacuo, con una sola pinta di stantuffo, bisogna che si possa rimontarlo, senza far rientrare nel recipiente l'aria, che già se n'è cavata, e ch'è passata nel corpo della tromba: per tal uopo la chiave del canaletto di comunicazione è forata in maniera, che facendole fare un quarto di giro, s'apre appunto una comunicazione, per cui lo stantuffo rimettendosi, o sollevandosi, spigne l'aria dal di dentro al di fuori della tromba, e si chiude nel medesimo tempo ogni accesso dal lato del recipiente: poscia rimettendo la chiave nella sua prima situazione, si seguita a dare nuove pinte collo stantuffo.

Le altre funzioni di questa macchina dipendono dalle medesime proprietà dell'aria, che io debbo far conoscere; perciò differisco a parlarne, fin che io abbia data un'idea sufficiente di questo fluido.

La *Fig.* 2. è un pallone di vetro, che contiene circa 10. boccali: il collo è guernito d'una staffetta di rame, e d'un canaletto di comunicazione, aggiustato ad una vite, ch'eccede d'alcune linee la piastretta della macchina pneumatica nel centro, di maniera che si può vuotarlo d'aria, e ritenerlo in questo stato.

La *Fig.* 3. è una bilancia mobilissima su la-

qua-

quale si mette in equilibrio il pallone vuoto; e per conservare alla spranghetta d'essa bilancia una maggiore mobilità, scemandole gli attriti del suo asse, si pesa il pallone dell'acqua, il che è agevole di fare, attaccandovi de' pesi, che l'obblighino ad immergersi intieramente: allora la bilancia è solamente caricata della gravità respettiva del pallone immerso, che può essere diminuita quanto si vuole, e del peso che mettesi dall'altra parte per mantenere l'equilibrio, come l'abbiam fatto vedere nell'ottava Lezione, con le Sperienze, che provano la seconda Proposizione.

EFFETTI.

Quando si apre il canaletto del pallone sospeso, per lasciarvi entrar l'aria, e che poi si chiude per lasciarlo immergersi, senza che l'acqua vi possa entrare, trovasi sempre più pesante, che non è il peso dell'altra parte, col quale egli era da prima in equilibrio.

SPIEGAZIONI.

Questa Esperienza è la più semplice, e la più decisiva di tutte quelle che si usano per provare che l'aria ha un peso assoluto; imperocchè si sa che nell'uso della bilancia ordinaria un peso non può essere traportato, fuorchè da un peso maggiore; poichè dunque il pallone diventa più pesante, dopo che s'empie d'aria, è un segno certo, che quest'aumentazione procede dal fluido, ch'egli ha ricevuto.

Si dirà forse, che il pallone, riempiendosi, non riceve questo nuovo peso dall'aria stessa che vi rientra, ma piuttosto da' corpi stranieri, e da' vapori acquosi, ond'è sempre l'aria caricata, e che vi s'introducono con essa.

Quan-

Quantunque questa obbiezione, alla sola prima occhiata si scopra per una fievolissima difficoltà, e non abbia imbarazzato niun di quelli, che hanno fatta o conosciuta questa Esperienza prima di me; nulladimeno non posso dissimulare, essermi ella paruta forte, massimamente quando ho veduto da prove fatte in diversi tempi, che un volume d'aria di 2 o di 3 boccali, preso casualmente nell' atmosfera, contenea sempre tant' acqua da poter rendere sensibilmente umida e più pesante un' oncia di sale di tartaro; imperocchè, se si aggiunga al peso di quest' acqua quello delle altre materie, che sono infallibilmente sparse con essa nel medesimo volume d'aria, e dal sale di tartaro non assorbite, uno è quasi mosso a credere, che di tutto il peso del fluido misto, non v' è nulla che appartenga alle parti proprie dell' aria.

Questa considerazione ha fatto dire al Boeraave (Chemia Tom. 4. pag. 267.), che l' aria egualmente che il fuoco, forse non pesa verso alcun punto determinato dell' Universo, a questa congettura io non mi sono fermato: e tant' è lungi ch' io ceda alla difficoltà, che anzi mi sono messo in istato di oppugnarla coll' operazione, che anderò quì descrivendo.

Io attacco un pallone pieno d' aria alla bilancia, e lo tengo in equilibrio nell' acqua, con un peso già noto: quindi, senza cambiargli situazione, applico al canale di comunicazione un sifone, che corrisponde alla macchina pneumatica, per causarvi il vacuo; a misura che da me si rarefà l' aria, vedo cadere al fondo del pallone i vapori, ond' ella è caricata, e che non sono di lor natura atti a rarefarsi, com'

com' essa, e girle dietro: in questo modo, fo' rimanere nel pallone (almeno per la maggior parte) questi corpi stranieri, ai quali sospettar potrebbesi, ch' ella debba il suo peso, e sono come certo, che quel ch' esce dal vaso è aria pura; frattanto quando ho chiuso il canaletto di comunicazione, e m' ingegno di rimettere il pallone vuoto, in equilibrio col primo peso, lo trovo a un di presso tanto più leggiero, quanto egli era più pesante nella prima Esperienza; dal che incontrastabilmente ne segue, che l' aria, per se stessa, e indipendentemente dai vapori e dalle esalazioni, alle quali si trova mescolata, aumenta il peso di un vaso ch' ella riempie.

APPLICAZIONI.

Col mezzo delle Sperienze, che ho addotte, non solo si può accertarsi della gravità assoluta dell' aria; ma si può altresì conoscere qual sia la sua gravità specifica, paragonando un volume d'aria noto, di cui si fa il peso separatamente: Un esempio renderà la cosa più intelligibile.

Dopo d' aver messo il pallone pieno d' aria e immerso nell' acqua, in equilibrio al braccio della bilancia, se io rendo più leggiero, estraendone la più gran parte dell' aria ch' egli contiene, il peso che di poi v' aggiungo dalla sua parte, per rimettere l'equilibrio tolto, è appuntino quello dell' aria che n' è uscita. Rovescio immantinenti il pallone nell' acqua, in maniera che l' orifizio guardi il fondo del vase, ed apro il canale di comunicazione; allora il peso dell' atmosfera sospigne nel pallone un volume d' acqua, ch' eguaglia quello dell' aria toltane: chiudo il canalet-

fetto, ripongo il pallone nella sua prima situazione, e carico il piattello della bilancia, fin che tutto sia in equilibrio: il peso, che sono costretto a mettervi, è quello del volume d' acqua, ch' è entrato nel pallone; così paragonando i due pesi, vedo la proporzione, che vi è tra due volumi eguali d' aria, e d' acqua. A questo modo procedendo il Signor Hauxbèe ha trovato, che la gravità specifica dell' aria è a quella dell' acqua, come 1 è a 885.

Al racconto di queste esperienze volentieri un crederebbe, che sia facilissima cosa fare questa comparazione del peso dell' aria con quello d' un altro fluido col mezzo d' una bilancia: non s' ne viene a capo non per tanto, fuorchè con gran cautele ed attenzioni, e resta sempre dell' incertezza del risultato.

La difficoltà nasce, 1. dal dilatarsi, che fanno col calore, e condensarsi col freddo tutti i fluidi, e generalmente tutti i corpi; di maniera che l' aria, e l' acqua, che si paragonano, nel mese di Giugno non hanno la densità medesima, che hanno nel mese di Gennajo: quest' inconveniente sarebbe di piccola conseguenza, se queste materie dilatandosi, o condensandosi, serbassero tuttavia fra esse la medesima porzione; ma la cosa va altrimenti: e non è affar di piccolo peso il conoscere le variazioni, ch' elleno provano secondo le lor differenti temperature.

2. Siccome non vi è aria perfettamente pura; così non vi è neppur acqua, che non contenga qualche cosa di estranio: e checchè ne dicano alcuni Autori, vi son molte acque, che col medesimo grado di freddo, e di caldo, differiscono sensibilmente di peso fra esse. Ora s' è necessa-

rio sapere qual acqua, o qual aria si è pesata per conchiudere con precisione la proporzion dell' una con l' altra, non si può dunque asserire, nè decidere generalmente, se non un appresso poco.

3. Le variazioni del barometro ci additano, che la pressione dell' atmosfera non è sempre la stessa; e noi quanto prima vedremo, che l' aria cambia densità, secondo ch' ella è più o meno compressa. Può addivenir dunque, che il volume d' aria misurato dalla capacità del pallone sia più pesante in un tempo, che in un altro; per questo il Sig. Hauxebèe nel racconto della sua esperienza non ha tralasciato nè l' altezza attuale del Mercurio nel barometro (29. p. $\frac{1}{2}$ misura Inglese; cioè un poco meno, che 28 pollici Francesi) nè la stagione, nella quale egli ha operato: in vece di citare solamente il mese (Maggio) avrebbe senza dubbio additata la temperatura col grado del termometro, se ve ne fossero stati allora di paragonabili, come al presente.

4. Per comparare esattamente il peso dell' aria con quello dell' acqua, bisogna, che immergendo l' orificio del pallone, in cui s' è fatto il vacuo, vi rientri appuntino tant' acqua, quant' aria n' è uscita; altrimenti non si farebbe più la comparazione di due volumi eguali. Ma si sa, che quando un liquore si trova nel vuoto, l' aria, ch' egli contiene, si sviluppa da esso, e si solleva al di sopra: questo è il caso, in cui trovasi l' acqua, che comincia ad ascendere nel pallone; ella biancheggia per la quantità delle bollicole d' aria, che ne scappano; e quest' aria occupando la parte superiore del vase, impedisce, ch' egli non riceva tutta quell' acqua, che vi dovrebbe entrare, avuto riguardo al vacuo fattovi. Bisognerebbe dunque aver ben purgata d' aria l' acqua, di cui

vuol

vuol uno servirsi in questa esperienza; e questo non si è, per quanto pare, fin ad ora mai fatto: dal che segue, essersi arguita, e dedotta un poco più grande di quel ch' ell' è in effetto la gravità specifica dell' aria.

Non si deve però alcun maravigliare, nel veder, che sì poco convengano tra loro gli Autori, che han tentate queste sorte d' esperienze, massimamente in tempi, ne' quali tanto più difficile era il procedere in tali esperimenti, quanto meno eran noti i fatti, e non s' avea i mezzi, onde uno al presente può trar l' ajuto. Il Galilei stabilisce la proporzione dell' aria coll' acqua, come 1 a 400; il P. Mersenno, come 1 a 1346: smoderata differenza! Di tutti i Fisici, che di poi cercato hanno di risolvere questa quistione, niuno ha trovata l' aria tanto pesante, quanto ella il sarebbe, secondo il primo di questi risultati, nè tanto leggiera, quanto par che lo sia per forza dell' ultimo (*a*) e se si prenda un mezzo fra questi, pare assai verisimile, che l' acqua piovana sia circa 900. volte più pesante dell' aria, prese l' una e l' altra in una mezzana temperatura, come di 12 gradi al di sopra del termine del diaccio, stando il barometro a 28 pollici.

(*a*) Il Boyle nelle sue Esper. Fisico-meccan. conchiude, che l' acqua comune è 938. volte più pesante dell' aria e in altri luoghi, egli varia su questa stima. Il Sig. Hombergio, come appar dalla Storia dell' Acc. delle Scienze, dopo d' aver mutato più volte parere, ha dato all' aria la proporzione con l' acqua, come d' 1 a 1087; l' Hallejo, come di 1 a 860; l' Hauxbèe, come d' 1 a 885; il Muschenbroek, come d' 1 a 681.

Essendo i volumi in ragione reciproca delle gravità specifiche, vi bisognerebbe dunque un volume d'aria d'una densità uniforme ed eguale a 900. piedi cubici, per far equilibrio con un piede cubico d'acqua, che pesa 70 libbre; dal che segue, che la gravità assoluta d'un piede cubico d'aria è appresso a poco un' oncia e due grossi (*a*).

Nota che sia una volta la gravità dell' aria, non si deve più alcuno maravigliare in sentir la mano attaccarsi sopra un piccolo recipiente aperto nella sommità, quando si fa in esso il vacuo colla macchina pneumatica; imperocchè finchè il vase è pieno d'aria così densa come quella dell' atmosfera, la mano si trova appoggiata non solamente su gli orli, ma ancora su la massa del fluido, ch' è rinchiuso, e che resiste alla pressione esterna; ma quando il vacuo si è fatto, la mano, premuta tuttavia dall' aria esterna, non trovasi più sostenuta, se non dagli orli del recipiente, e per separarnela converebbe fare da giù in sù uno sforzo capace di sollevar la colonna d'aria, che pesa di sopra. Ora il peso di questa colonna eguaglia quello d'un cilindro di mercurio, che avesse per base il piano terminato dagli orli del recipiente, e da 27 in 28 pollici d'altezza, siccome s'è veduto per la famosa Esperienza di Torricelli (7. Lezione).

Di quì ne segue, che questa pressione è tanto più grande e più sensibile, quanto il recipiente ha più d'apertura per di sopra; il perchè la mano vi s' attiene più che l'estremità d'un dito

(*a*) *Wolf. Elem. Aerom. p.* 741. dice, che un piede cubico d'aria pesa un' oncia, e 27 grani.

to ; quando si pone sul ferro stesso , ch' è nel centro della piastretta : e per la stessa ragione una chiave forata , che si succia , e che s' attacca poscia alla lingua , o al labbro , tanto più difficilmente se ne distacca , quanto il canale è più grosso .

Quando si fa così il vacuo sotto la mano , o sotto qualche altra parte del corpo , si deve por cura , che gli orli del recipiente non sieno troppo acuti ; imperocchè potrebbono intaccare , e offendere la pelle , e se ne può far la prova con la metà d' un pomo , o con una fetta di rapa : alla prima pinta di stantuffo accade quasi sempre , che se ne stacchi un cerchio , il quale entra nel vaso con impeto e romore .

Quest' adereſcenza , che si può far nascere , mercè la pressione dell' aria esterna , potrebbe essere utilmente posta in opera nella Cirugia : non parlo della ventosa , già notissima a tutti , e l' uso della quale oggidì assai trascurasi in Francia ; ma altre occasioni non mancherebbono , nelle quali s' avrebbe bisogno di afferrare per certo poco di tempo una parte dilicata , la quale per la sua figura , per lo suo volume , o per la sua mollezza non dà presa alle tente , ed agli altri istrumenti . Una piccola tromba , che avesse l' orificio formato a torricella , o padiglione , potrebbe congegnarsi in così fatta maniera ; avere tai dimensioni , che s' adattassero all' operazione , e riuscire di mezzo sicuro e vantaggioso nelle mani d' un uomo valente e perito : tocca a quei del mestiere giudicare dell' applicazione , che potrebbe farsene .

Pare da bella prima , che questa pressione esterna dell' aria , che nasce dal suo peso , dovrebbe spezzare le campane di vetro , onde si cuopre la

piastreta della macchina pneumatica per fare il vacuo; ma ogni poco che vi si ponga mente, si scorgerà, che tai vasi, essendo sempre con uniformità ritondati in forma di cilindro, o di volta, sono al sicuro di tale accidente; essendo che la superficie esteriore è necessariamente più grande, che l'interna; tutte le parti, che compongono la grossezza, rassomigliano a quella, onde si fanno le centine ed arcate, e sono altrettanti conj, o piramidi troncate, che vincendevolmente si sostengono, a misura che son premute verso un asse, od un centro comune, per l'azione d'un fluido, che pesa per tutti i versi. Si può veder nella Fig. 4. la grossezza d'un recipiente tagliato per dilungo del suo asse, e nella Fig. 5. il vase medesimo tagliato parallelamente alla sua base.

Quel che prova, che la forma rotonda difende i vasi contro il peso dell'aria, quando d'essa son vuoti, si è il romperssi eglino infallibilmente, quand'hanno un'altra figura. S'applichi alla macchina pneumatica il vase, ch'è rappresentato nella *Fig. 6.* Egli è aperto di qua e di là, come il recipiente, su cui s'applica la mano; ma in vece di otturarlo a questo modo, stendesi, e legasi di sopra un pezzo di vescica ammollata, che servegli di fondo, e che si lascia asciugare: a misura che la tromba fa la sua azione di sotto per vuotarlo, il peso dell'aria esterna fa prendere a cotesta vescica tesa la forma d'una calotta rovesciata; e finalmente ella crepa con dello scroscio. Un pezzo di vetro, o di specchio, che si ponesse in luogo di questa vescica, si spezzerebbe anch'egli, se fosse puntualmente applicato su gli orli del vaso col mezzo d'una pelle frapposta, o d'altra guisa. I vasi di vetro sottili, che sono molto

schiac-

schiacciati, e ordinariamente coperti di vinco, crepano spesso, quando si accostano alla bocca mezzo pieni di liquore per bere nel fiasco; imperocchè lo succiamento rarefa l'aria interna, ed il peso dell'atmosfera adoperando su i due lati piatti, li trae l'un verso l'altro, e spezza il vase.

Queste sorte di prove, e sopra tutto quelle della vescica, cagionano sempre qualche stupore alle persone, che le vedono la prima volta, per lo grande scrocio, che le accompagna. Quest'effetto proviene dall'entrar, che fa l'aria con una gran velocità (*a*) e tutt'in un tratto in volume grande in un vaso vuoto, di cui percuote le pareti; imperocchè lo strepito procede primitivamente dall'urto de' corpi, come lo farem vedere nel decorso; ed i fluidi sono capacissimi di urtare i solidi.

S'osserva non so che di consimile, quando precipitatamente si trae fuora il coperchio d'un astuccio da curadenti, d'un calamajo da saccoccia, o l'animella d'una siringa, che sia turata dall'altro capo: quest'avviene, perchè si fa una spezie di vacuo, cui l'aria esterna s'affretta a riempire, dacchè ha l'accesso libero; imperocchè mentre s'apre l'astuccio, la capacità A B *Fig. 7.* cresce della quantità B C, e l'aria interiore tanto più rara ne diventa; poichè in luogo d'essere contenuta tra A B, come lo era nel suo stato naturale, si stende fino in C: ma questo ancor meglio s'intenderà, quando avremo spiegato in qual

(*a*) Secondo M. Papin, l'aria dell'atmosfera rientrando nel vuoto va con una velocità, che le farebbe percorrere 1305 piedi in un secondo. *Abreg. de Lewtorp.* Tom. I. p. 586.

modo l'aria si rarefaccia, quando si fa uso della macchina pneumatica.

La densità dell' aria, da cui dipende la sua gravità specifica, non è costante: ella varia di molto, non solamente pel freddo, e pel caldo, come avviene a tutte l'altre materie; ma ancora per una compressione più o men grande, alla maniera de' corpi elastici, perchè per tutto il tempo, che l' aria è compressa, ella conserva costantemente la facoltà di estendersi e d' occupare un maggiore spazio, subito che si fan cessare le cause, che ristringono il suo volume; appunto come la crena, la lana, il piumaccio, ec. con questa differenza però, che tutte queste materie perdono la loro elasticità in tutto, od in parte, quand' elleno sono troppo fortemente, o troppo a lungo compresse, dovechè l' aria si rimette sempre appuntino: per lo men si può dire, che non v'è fino ad ora alcun fatto cognito, che provi il contrario (*a*).

L'aria si comprime ella stessa nel suo proprio peso, di maniera che quella, che noi respiriamo nella pianura, è più densa, che quella che trovasi sopra una montagna; perchè questa è caricata d'una colonna men lunga di quella.

Ma in qualunque maniera che l'aria sia compressa, la sua molla fa sempre equilibrio alla potenza, che restrigne il suo volume; di maniera che se la sua reazione diventa libera, ella può far, come fluido elastico, tutto quello, che avrebbe

(*a*) M. de Roberval ha serbata per 15 anni dell' aria compressa in una canna: a capo di tanto tempo l' aria ha mostrata quella forza, ch' ella suol avere.

be potuto fare la forza, che s' è impiegata per comprimerla: le sperienze seguenti serviranno di schiarimento, e di prova a queste proposizioni.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

FEG, *Fig.*8. è un tubo di vetro, ricurvo, o rivoltato in forma di sifone, il cui ramo più lungo ha circa 8 piedi di lunghezza, ed il più corto 12 pollici, contando da *d* in C: questo tubo può avere internamente 3. o 4. linee di diametro, e la parte *d* G debb' essere perfettamente cilindrica; egli è aperto in E, e chiuso in G; ed è attaccato saldamente sopra una tavola così grossa, che di facile non si pieghi, e divisa in pollici da *d* in E, e da *d* in G. Essendo ritto in piedi quest' istrumento, vi si fa scorrere un poco di mercurio, in maniera che il tubo nella curvatura sia pieno: si continua a versare del mercurio nel ramo più lungo, ed a misura ch' egli si riempie, s' osserva ne' gradi notati da una parte e dall' altra, quali proporzioni serbino tra loro le elevazioni del mercurio ne' due rami.

EFFETTI.

Quando il mercurio è sollevato 4. pollici al di sopra del punto *d* nel più corto ramo, contando dal livello di questa elevazione, se ne trovano 14. pollici nel più lungo.

Continuando a versare del mercurio, s' osserva, che 6 pollici d' elevazione verso G corrispondono a 28 pollici dell' altra parte; e 9 pollici a 84.

SPIEGAZIONI.

Avanti che si faccia scorrere del mercurio nell' istrumento, tutta la sua capacità è ripiena d' un aria, ch' è compressa dal peso stesso dell' atmosfera: mettendo del mercurio nella curvatura, o sia nell' angolo *d* del tubo, si divide quest' aria in due colonne, una delle quali E *d* soffre sempre la medesima compressione dalla parte dell' aria esterna, con cui ella comunica; e l' altra *d* G debb' essere considerata; come una molla precedentemente tesa dal peso dell' atmosfera: finchè il mercurio è in equilibrio con se medesimo nella linea *d h*, facendo altresì questa piccola colonna d' aria per la sua elasticità equilibrio all' altra, che pesa in *d*, il suo volume non deve nè crescere, nè scemare; ma quando si aggiugne del mercurio nel più lungo ramo, non si solleva già egualmente nel più corto, perchè l' aria, che vi si trova rinchiusa, gli fa ostacolo. Questa opposizione tuttavia non toglie, che non sia egli ristretto in un piccolo spazio; perchè allora è premuto, non sol dal peso dell' atmosfera, come prima, ma ancora da una colonna di mercurio, la cui altezza non deve computarsi, che dal livello della sua elevazione nel più corto ramo; perchè quel che ve n' è al di sotto di cotesta linea, è eguale da una parte e dall' altra.

Si ha quì da richiamare quello, che favellando noi nel barometro (Tom. II. Lez. VII.) osservato abbiamo; cioè, che una colonna di mercurio d' in circa 28. pollici di altezza pesa tanto, quanto una colonna d' aria della medesima base, e dell' altezza dell atmosfera: 14 pollici di mercu-

curio aggiunti al peso dell' aria esterna aumentano dunque d' un terzo la pressione, ch' egli esercita contro quello, ch' è tra G *d*: ecco perchè il volume di questa porzione d' aria si condensa; e questo cilindro, in luogo di restar lungo un piede, scema di 4 pollici, che sono il terzo della sua prima lunghezza.

Per la medesima ragione, quando la colonna di mercurio è di 28. pollici al di sopra del suo livello, il peso dell' atmosfera è raddoppiato, e l' aria, che sostiene questa doppia compressione, non formà più, se non un cilindro di sei pollici d' altezza; vale a dire, che il suo volume scema la metà.

Finalmente 84 pollici di mercurio fanno tre colonne l' una sopra l' altra di 18 pollici cadauna, la cui somma pareggia tre volte il peso dell' atmosfera, e che debbono per conseguenza far perdere i tre quarti del suo volume alla colonna d' aria *d* G, ch' elleno comprimono; così questa colonna di 12 pollici si riduce a tre.

Questa esperienza, di cui siamo tenuti al Boyle (*Contra Linum p.* 42.) ed a M. Mariotte (*Oeuvres de M. Mariotte* in 4. T. I. p. 153.) prova assai bene, che l' aria compressa scema di volume, come la pressione cresce: e poichè la densità d' una materia cresce a misura che le sue parti si ravvicinano, ed occupano insieme un minore spazio, dir si può, che l' aria si condensa in ragione diretta de' pesi, ond' è caricata. Tuttavolta è molto ragionevole il credere, che questa proporzione non abbia luogo nei gradi estremi; ovvero bisognerebbe supporre gratuitamente, che l' aria per questo conto avesse un privilegio esclusivo; imperocchè non conosciamo corpo alcuno ela-

elastico, che possa essere compresso all'infinito, e sempre proporzionalmente alle potenze, delle quali egli prova l'azione. In oltre non essendo l'aria mai pura, e le materie, delle quali è caricata, non essendo compressibili, come l'è dessa, si dee credere, che dopo una grandissima compressione le sue parti cesserebbono dall' essere flessibili, perchè sarebbono appoggiate sopra corpi stranieri, la natura de' quali è di non cedere ad alcuna forza nota.

Per fare con accuratezza puntuale l'esperienza, che ho poc'anzi riferita, bisogna 1. Che i due rami dell'istrumento sieno paralleli fra essi, e tenerli in una situazione ben verticale, finchè si osservano le elevazioni del mercurio; imperocchè pesando i liquidi in ragione della loro altezza perpendicolare all'orizzonte, se questi rami s' inclinassero, o pendessero obliquamente, la pressione non sarebbe, come la lunghezza delle colonne, ch' eglino racchiudono. 2. Bisogna avvertire di non riscaldare, o raffreddare il volume d' aria contenuto nel ramo *d* G. Imperocchè muterebbe dimensioni independentemente dalla pressione, ch' egli soffre dalla parte del mercurio, e dell'aria esterna. 3. Si dee por cura, che il ramo corto sia interiormente ben bene cilindrico; perocchè d' altra guisa parti eguali misurate sopra la sua lunghezza non darebbono capacità simili, e non si potrebbe conchiudere con precisione il grado di condensazione dell' aria per l' accorciamento della colonna, ch' egli presenta, secondo che la compressione cresce.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

I I *Fig. 9.* rappresenta una secchia piena d' acqua, di cui si osserva la temperatura col mezzo d' un termometro, ch' entro vi s' immerge: si fa stare per forza in cotesto primo vase con un peso, od altrimenti, un fiasco, che ha l' orificio L L assai largo; si prepara quindi un turacciolo di sughero, che nel mezzo si fora, perchè riceva il tubo del barometro K M, e si colloca l' uno e l' altro in tal maniera, che la parte inferiore del barometro sia nel fiasco; dopo di che si versa sul turacciolo della cera ben liquefatta, e mista di trementina per impedire ogni comunicazione tra l' aria interna, e l' esterna; ma acciocchè il calor della cera non riscaldi l' aria interna, e non ne cambi la densità, bisogna congegnare a traverso del turacciolo, e della sua incamiciatura un canaletto, che si chiuderà, quando tutto sarà raffreddato: allora si segna con un indice, a quale altezza il mercurio se ne stia nel barometro.

EFFETTI.

Non solamente il mercurio non si alza, nè si abbassa nel momento, ch' egli è rinchiuso; ma quantunque di poi lasci vedere alune variazioni secondo la temperatura del luogo, ov' egli è, ogni volta ch' egli è richiamato al grado di caldo, o di freddo, ch' egli aveva nel vase I I, dove s' è fatta la preparazione, il mercurio si rimette all' altezza additata dall' indice: e questo effetto è sempre l' istesso a capo di molti anni.

SPIEGAZIONI.

Un istante prima che si chiuda il fiasco, l' aria

ria, ch' egli contiene, comunicando con quella di fuori, fa parte ancora dell' atmosfera, ne sostiene la pressione, e la trasmette appoggiandosi contro le pareti interne del vaso, e contro tutto quello, che vi si trova rinchiuso: quest' aria allora agisce come pesante sul recipiente del barometro, e sostiene il mercurio a 28 pollici. Subito che il fiasco è otturato, questa medesima massa d' aria non ha più, se non il suo proprio peso, ch' è molto poca cosa in comparazione di quello dell' atmosfera, a cui ell' era giunta precedentemente; ma ella resta compressa secondo tutta la forza di questo peso, di cui non è più caricata, e la sua reazione è uguale a questa forza; per lo che ella sostiene come corpo elastico i 28 pollici di mercurio, ch' ella portava, quando pesava con l' aria esteriore.

Segue da questa prova, che non solamente la molla dell' aria è eguale alla forza, che l' ha compressa; ma si vede altresì, che questa elasticità non si affievolisce, come quella degli altri corpi, per successione di tempo; poichè il mercurio si sostiene, o ritorna sempre al medesimo grado d' elevazione, quantunque per più anni si tenga la medesima massa d' aria in esperienza.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 10. rappresenta due emisferi concavi di rame, e di 6. pollici di diametro, all' uno de' quali è aggiunto un cannone, per cui può aggiustarsi alla macchina pneumatica; e l' altro porta un anello nel mezzo della sua convessità per potersi facilmente sospendere. Questi due mezzi glo-

globi si uniscono in un globo ; e per render più facile e più puntuale l' unione, uno de' mezzi globi ha a bella posta gli orli piatti, e larghi sì, ch' ecceda la lor larghezza sì fuori, come dentro egualmente : questo largo giro in forma d' anello si cuopre di pelle ammollata, su la quale s' applicano gli orli dell' altro mezzo globo dirizzato con ogni diligenza.

Disposta così ogni cosa, si fa il vacuo in cotasta palla cava, e si chiude il cannone di comunicazione colla macchina pneumatica per tenerla in questo stato: quand' ella è poi staccata dalla detta macchina, si congiunge col cannone un uncino di metallo capace di portare un peso di 60. libbre, e si attacca l' anello a qualche punto fisso.

EFFETTI.

Quando questi due emisferi così uniti sono appesi, come vedesi nella *Fig.* 11. il peso di 60. libbre, che vi si attacca, non è capace di separarli l' uno dall' altro ; e dacchè si apre il cannone per lasciar rientrare l' aria, la più piccola forza li disgiugne.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Quando i due emisferi sono attaccati insieme mercè l' evacuazione dell' aria, in luogo di torli via dalla macchina pneumatica, si disviti solamente di due, o trè giri il cannone, per cui sono gli emisferi ad essa macchina applicati, acciocchè si possa fare il vuoto in un recipiente, di cui s' avranno a coprire. Questo recipiente, o vase debb' essere aperto nella sommità, e guernito d' un bossolo di rame riempito di pelli crude, premute le

une

ne sopra l' altre, a traverso delle quali si fa passare un gambo di metallo ben ritondato e cilindrico. Questo gambo porta da un lato un anello, col quale si può farlo movere da giù in sù, ed in giro; e dall' altro suo capo s' aggiusta un uncino, che s' ingaggia nell' anello del mezzo globo superiore, siccome sta espresso nella *Fig.* 12.

Col mezzo di questo bossolo di pelli, quand' è ben fatto, può trasmettersi ogni sorta di movimenti nel vacuo, senza che i varj movimenti del gambo facciano rientrar l' aria, almeno d' una quantità sensibile. E' inutile il dire, che in luogo dell' uncino, di cui si fa uso in questa esperienza, si può aggiustar al capo di cotesto gambo ogni altro ordigno, di cui si abbisogni secondo le circostanze.

EFFETTI.

Rarefatta che sia l' aria del recipiente ad un certo grado, e che si tiri il gambo del bossolo di pelli da giù in sù, i due mezzi globi si separano senza fatica; e se si rimetta al suo luogo quello, che si è sollevato, facendo rientrar l' aria nel recipiente, si attaccano sì fortemente, come l' erano prima che si collocassero nel vuoto.

SPIEGAZIONI.

I due emisferi non s' attaccano insieme, fintanto che l' aria, che vi si trova rinchiusa, dimora nel suo stato naturale, cioè così densa, come quella ch' è di fuori; perchè lo sforzo, ch' ella fa per estendersi, e per disgiugnere questi due mezzi globi, che le fann' ostacolo, è precisamente eguale a quello dell' atmosfera, che li preme esteriormente, e ciascuno d' essi si trova in equilibrio tra due potenze di egual valore.

Ma

Ma quando quest' aria interna trovasi rarefatta dall' azione della tromba, la forza della sua molla è tanto più indebolita; l' equilibrio è rotto, e la coesione dei due emisferi è proporzionale alla differenza, che vi è tra la densità dell' aria, che preme esteriormente, e quella dell' aria, che resiste di dentro; di maniera che, se questa potesse esser ridotta a nulla, bisognerebbe impiegare, per separar questi due pezzi, uno sforzo un poco più grande che il peso di una colonna intera dell' atmosfera, la cui base avesse sei pollici di diametro; lo che sarebbe più di 400 libbre; supponendo solamente, secondo il calcolo comune, che una colonna dell' atmosfera faccia una pressione di 10, o 11 libbre sopra uno spazio circolare d' un pollice di diametro.

Quando si è collocata la palla vuota sotto un recipiente, che le toglie ogni comunicazione con l' atmosfera, non è più per verità il peso di quest' atmosfera, che ritiene i due mezzi globi l' un congiunto coll' altro; ma è la reazione d' una massa d' aria compressa precedentemente da questo peso, e ch' è capace de' medesimi effetti: perlochè questi due pezzi non si separano facilmente, se non quando è allentata la molla dell' aria, ch' è dintorno, con diminuire la sua densità per mezzo di molte pinte di stantuffo, fin a tanto che sia così rarefatta come quella, che resta nella palla.

Se l' aria rientrando nel recipiente, trova i due emisferi riuniti in tal guisa, che non possa introdursi, ed ivi estendersi, come nel resto del vaso, li preme di nuovo l' un contro l' altro, per la stessa ragione, che dapprima era-

no ſtati attaccati, e con egual forza, ſe vi è la medeſima differenza tra le due arie, quella del di fuori, e quella del di dentro.

APPLICAZIONI.

In conſeguenza de' principj, dei quali ſi ſon vedute poc'anzi le prove, ſi fa appunto il vuoto in un vaſe per mezzo della macchina pneumatica; imperocchè abbaſſando lo ſtantuffo da un capo all'altro della tromba, ſi fa naſcere uno ſpazio ſenz'aria, nel quale l'aria del recipiente non manca d'eſtenderſi in virtù della ſua elaſticità; ma una maſſa d'aria, che ſi ripartiſce così a due ſpazj, diviene neceſſariamente più rara in ciaſcuno; laonde il peſo dell'atmoſfera produce nel medeſimo tempo i due effetti ſeguenti: 1. attacca il recipiente alla piaſtretta, come ſi è veduto, ch'egli fa ſtare coerenti inſieme i due emiſferi di metallo: 2. ſe l'aria eſterna non può rientrare per la ſommità della tromba, queſto medeſimo peſo dell'atmoſfera rimonta lo ſtantuffo in parte, cioè fin a tanto che l'aria, ch'è nella tromba, ſia così denſa come l'eſterna.

Queſt'ultimo effetto merita attenzione: a parecchi viene a noja la macchina pneumatica ſemplice, per la difficoltà, che trovano in rimontare lo ſtantuffo: queſta difficoltà è in gran parte tolta, e riſparmiata, quando ſi fa la chiave del canaletto di comunicazione in tal maniera, che l'aria poſſa bensì paſſare dal di dentro al di fuori della tromba, ma non reciprocamente; imperocchè con queſta precauzione (Vedi le Mem. dell'Accad. per l'anno 1740. pag. 413.) lo ſtantuffo ſi ſolleva come da sè; e reſta poi mol-

molto poco da fare, massime allorchè si va da presso agli ultimi gradi di rarefazione.

In quanto alla coesione del recipiente colla piastretta, ella cresce a misura che l'aria si rarefà; e questa rarefazione, ad ogni pinta dello stantuffo, segue la proporzione delle capacitadi. Se, per esempio, quella della tromba è eguale a quella del recipiente, al primo colpo, la densità dell'aria, scema della metà, perchè il suo volume diventa doppio, poichè riempie due spazj simili a quello, ch'egli occupava da prima; al secondo colpo, o sospinta, si rarefà ancora con la stessa proporzione, e per conseguenza la sua densità è ridotta al quarto, e così di mano in mano; donde appare, che una macchina pneumatica, per quanto sia perfetta, non può mai vuotare perfettamente l'aria del recipiente, poichè la densità di quest'aria scema sempre con proporzione geometrica. In una parola: per non formare un'idea falsa del vuoto, che a questo modo si fa, deesi considerare il recipiente come sempre pieno, ma d'un fluido, la cui densità via via più si diminuisce, fin tanto che la molla delle sue parti sia tanto svolta ed allentata, quanto esser mai lo può, in uno spazio, dov'è poco alle strette: dico poco alle strette, per non dire assolutamente, che non lo è più; imperocchè appare che lo sia ancora dopo che si son consumati tutti gli sforzi della miglior macchina pneumatica: siccome vedremo dalle cose che si diranno appresso.

Che la rarefazione dell'aria nel recipiente, sia proporzionale allo scambievole rapporto che v'è tra la capacità di cotesto vase, e quella della tromba; questi è un fatto, di cui è agevole l'ac-

certarsi con l'esperienza: si adatti un barometro ad un recipiente, la cui capacità stia con la capacità della tromba, come 2 a 1; e si applichi alla macchina pneumatica, nella maniera che si vede nella *Fig.* 13. alla prima pinta di stantuffo, la densità dell'aria sarà diminuita d'un terzo; così il mercurio discenderà d'un terzo dalla sua altezza: venendo giù da 27 pollici, egli sarà dunque ne' 18; alla seconda pinta, l'aria sarà d'un terzo ancora più rara, ch'ella non era dopo la prima sospinta; ed il mercurio discenderà altresì il terzo di 18 pollici, cioè a 12, e sempre così la terza parte dell'ultimo residuo.

Ben avverato questo fatto, si potrà dunque trovare in un subito la proporzione delle capacitadi, tra un recipiente e la tromba, alla quale egli si applica; e se si conoscerà la grandezza assoluta d'una, questa comparazione farà conoscer l'altra; imperocchè primieramente, se il mercurio discende, alla prima sospinta di stantuffo, il quarto della sua altezza, si può conchiudere in tutta sicurezza, che la capacità del recipiente è a quella della tromba, come 3 ad 1. E in secondo luogo, se si sa, che la tromba tiene un boccale, si saprà, che il recipiente ne tiene tre: questa maniera di misurare il contenuto de' vasi potrebbe avere delle utili applicazioni.

Si può parimenti, con tal mezzo, stimare i gradi di rarefazione dell'aria, ed è lungo tempo che si applica per quest'effetto il barometro alla macchina pneumatica; ma come d'ordinario non si ha bisogno di conoscere esattamente lo stato dell'aria, se non quando s'avvicina agli ultimi gradi di rarefazione, si può allora dispensarsi dall'

ado-

adoperare un barometro intero, che sarebbe troppo casuale, e sempre di molto imbarazzo; poichè in un' aria sommamente rarefatta il mercurio non mantiene se non alcuni pollici od alcune linee di altezza; e si può considerare il resto del tubo, che riman vuoto al di sopra, come inutile, e sopprimerlo; per tal mezzo, basta aver in pronto un barometro troncato, cioè un picciolo sifone rivoltato o curvo, il ramo più lungo del quale riempiuto di mercurio è sigillato ermeticamente nella sommità, e che si attacca ritto in piedi sopra una piccola base di piombo con una regola di legno sottile, e divisa in gradi, in pollici, e linee. Vedi la *Fig.* 14. Ma o si valga uno di questa spezie di scandaglio, e misura, o adoperi il barometro intero, non vedrà mai discendere il mercurio perfettamente al suo livello; resta egli sempre elevato un poco più alto, se non ostano cagioni estranee (*Vedi le Mem. dell' Accad' delle Sc. An.* 1741. *pag.* 345.). Non si dee però accagionarne il peso dell'aria, che rimane nel recipiente: la colonna che corrisponde a quella del mercurio è troppo corta, e la sua densità troppo diminuita, ned ella ha però una gravità sensibile; ma è naturale il pensare, che quando l'aria è estremamente rarefatta, la sua molla, tuttochè ancora bastevole per sostenere una linea di mercurio, è già tanto indebolita, che non può sforzare, e superare i vapori grassi, e gli attriti, che s' oppongono al suo passaggio nell' angusto canale di comunicazione. Quest' è un piccolo difetto, da cui le macchine pneumatiche, anche le meglio fatte, non vanno esenti; ma questo difetto non ha conseguenze di rilievo; e

quando è solo, si può sempre con sicurezza ridurre la densità dell' aria a $\frac{1}{300}$ di quella ch' ell' ha quando il barometro mostra 28 pollici ; imperocchè una buona tromba abbassa il mercurio appresso a poco ad una linea dal suo livello, e 28 pollici danno 336 linee.

Se ben s' intenderà in qual maniera eserciti l' aria la sua azione, o per lo suo peso, o per lo suo elaterio, facilmente spiegherassi un' infinità di fatti curiosi, che l' uso delle macchine pneumatiche, e la facilità, che s' è acquistata di fare il vuoto, hanno data occasione di conoscere.

Una vescica, nella quale si chiuda un poco d' aria, e che tengasi nel vacuo, non manca di gonfiarsi, perchè quel poco d' aria, ch' ella contiene, si rarefà a misura, che quell' aria che la circonda va perdendo della sua densità : ed in tal caso, un piombo, il qual pesasse 12, o 15 libbre, non l' impedirebbe dal gonfiarsi ; perchè non sarebbe equivalente alla pressione dell' aria, che si fa cessar d' oprare attorno di lei nel recipiente.

Per la stessa ragione, un vase di vetro sottile, e pieno d' aria, ben otturato, crepa nel vuoto, perchè niente più v' è, che faccia equilibrio alla molla d' aria, ch' egli contiene, e che fa un continuo sforzo per dispiegarsi.

Un uovo posto in un bicchiere si vuota per un piccolo foro, che si è fatto nella parte dell' uovo inferiore, quando si rarefà l' aria, che lo circonda ; per lo medesimo foro parimente si riempie quando si lascia entrar l' aria nel recipiente : la ragione si è, perchè un uovo, massimamente stantìo, contien dell' aria, che galleg-

gia

già nel luogo più alto del suo guscio, a cagion della sua leggerezza: quest' aria si estende, e sospinge dinanzi a sè la materia propria dell' uovo, a misura che si diminuisce la pressione dell' aria esterna, con la quale ell' era da prima in equilibrio, dacchè si restituisce l' aria nel recipiente; la sua pressione fa rientrar tutto quello, ch' è uscito dal guscio, e rinserra l' aria interna nel primo spazio, ch' ella occupava.

Questa spiegazione si fa sensibile, se in una ampolla piena d' acqua, di cui s' immerga l' orifizio in un vase, lasciasi una bollicola d' aria, che non manca mai d' occupare la parte superiore, e se si faccia poi passare il tutto nel vuoto. Vedi la *Fig.* 15. imperocchè a misura, che l' aria del recipiente si rarefà, vedesi, che la bollicola d' aria si estende sempre più (*a*), e ch' ella precipita l' acqua, ch' è con essa rinchiusa; dopo di che, se l' aria rientrerà nel recipiente, il liquore tornerà a salire, e l' aria ripiglierà il suo primo volume al di sopra d' esso.

Un pomo vecchio appiana le sue grinze nel vuoto, e torna liscio, come se fosse appena colto, perchè l' aria, ch' è sotto la pelle, distendesi, e la solleva; ma all' opposto, più s' aggrinza di prima, quand' egli si trae fuori del vuoto, perchè l' aria, che vi era contenuta, allargandosi, n' è in parte uscita, e tanto meno ne re-

(*a*) Da una simile esperienza M. Mariotte conchiude, che l' aria, uscendo dallo stato, in cui ell' è su la superficie della terra, può riempire uno spazio 4000 volte più grande, che quello, ch' ella suole occupare. *De la nat. de l' air.* p. 173.

resta, per resistere alla pressione dell'aria esterna; e quindi è, che le pieghe, o grinze della sua pelle s'accrescono.

Sarebbe superfluo addur quì tutte le sperienze di questa fatta, le quali spiegherebbono più tosto un dilettevole, e giocondo spettacolo, che un concorso di prove necessarie per conformare, o per dilucidare i principj, che già crediamo d'avere sodamente stabiliti; basta che s'intendano bene alcuni di questi fatti; tutti gli altri diventano poi facili da spiegare.

Ma dopo d'aver fatto conoscere la molla dell'aria tesa dal peso dell'atmosfera, ed i varj gradi di rarefazione, onde questo fluido è suscettibile, uscendo dallo stato, in cui comunemente egli è su la superficie della terra; opportuno mi sembra di far ora vedere, quanto accrescer si possa la sua densità, ed il suo elaterio, quando esso fluido dell'aria si sottomette ad una pressione più grande, che quella dell'atmosfera.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 16. rappresenta un vase di rame, il qual si riempie d'acqua, fino ai due terzi in circa della sua capacità: vi si aggiugne il canale N O, guernito d'una chiave, o cannoncino di comunicazione, che s'aggiusta a vite al vase, e la cui estremità inferiore O, ch'è aperta, discende una linea vicino al fondo. Si adatta in N la piccola tromba calcante P R, *Fig.* 17. con la quale a forza s'introduce molt'aria; dopo di che, chiuso il cannoncino di comunicazio-

zione, si leva via la tromba, per adattarvi in sua vece una spezie d'aspergolo.

La tromba prende l'aria per un foro fatto apposta in P, al di sopra del quale si solleva lo stantuffo; e questo medesimo stantuffo, discendendo, la sforza a passare per un piccolo foro fatto in fondo, e sopra 'l quale s'è messa una lenguella, o valvula nel di fuori, per impedire, che l'aria non ritorni nella tromba, quando si solleva di nuovo lo stantuffo.

EFFETTI.

Dacchè si apre il canaletto a chiave, l'acqua esce dal vase in forma di getto, che in prima ascende all'altezza di 25, o 30 piedi, e che sul fine s'abbassa.

SPIEGAZIONI.

La quantità d'aria, che si sforza ad entrare nel vase, vien su da prima a traverso dell'acqua a cagion della sua leggerezza, e corre ad unirsi con quella, che occupa il sito L N Q, di cui pur accresce altrettanto la densità: quest'aria così compressa ha una forza elastica molto più grande, che il peso dell'aria esteriore, che resiste all'orifizio N del canale. Questa forza si dispiega sopra la superficie dell'acqua, e la sospigne per lo canale, ch'è aperto, con tanto più di velocità, quanto v'è di differenza tra la densità dell'aria, ch'è chiusa nel vase, e quella dell'aria esteriore; e sendo che cotest'aria, che spigne l'acqua, trovasi più libera, e dilatata, a misura che il vaso si vuota, la sua molla vie più s'indebolisce; e per questa ragione, il getto ne diventa meno elevato sul fine.

Quando per avventura si desse luogo al dubbio, se in realtà l'effetto qui descritto proven-

ga,

ga, ſiccome diciam noi: da una mancanza d' equilibrio tra l'aria del vaſe, e l'eſterna; agevol ſarebbe deporlo, e rimaner convinti, ſol che ſi badi ad una bella eſperienza, che merita d'eſſer quì riferita.

Si può faldare, e conglutinare un cannoncino finito in punta, con un piccolo fiaſco della medeſima materia; così che ſia queſto in piccolo, ciò che in grande è il vaſe di rame dell' Eſperienza precedente: ſe queſto fiaſco ſi roveſcierà in una tazza piena d' acqua, e ſi coprirà il tutto con un recipiente ſu la piaſtretta d' una macchina pneumatica, come nella *Fig.* 18. a miſura che ſi farà il vacuo, ſi vedrà uſcire dal fiaſco una parte dell' aria, che formerà onde, e gorgoglierà nell' acqua della tazza; e poſcia, allorchè ſi laſcerà rientrar l' aria nel recipiente, la ſua preſſione ſpignerà nella bottiglia, o fiaſco tant' acqua, quant' aria ne farà uſcita. Io non mi fermo a ſpiegare queſti due primi effetti, che già debbono intenderſi dalle coſe dette di ſopra. Ma ſe ſi raddrizzerà il fiaſco, come nella Fig. 19. e ſi rarefarà di nuovo l' aria nel recipiente, quella ch' è al di ſotto dell' acqua, venendo anch' ella a rarefarſi, farà naſcere uno ſpruzzo, o getto, che tanto più in alto ſalirà, quanto più ſaraſſi interrotto l' equilibrio, tra le due arie! Quì non è l' aria compreſſa artificialmente, che ſforzi la reſiſtenza del peſo dell' atmosfera, come nell' Eſperienza precedente: ma è la molla naturale di queſto fluido, che ſi mette in iſtato di agire, indebolendo il fluido, che gli reſiſte nell' orifizio della bottiglia; è ſempre un' aria più forte contro un' aria più debole: in breve, è acqua, che ſta fra due

por-

porzioni d'aria, le quali non sono più in equilibrio.

VII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 20. rappresenta una spezie d'archibugio, composto di due canne di metallo, collocate una nell'altra, e tra le quali resta uno spazio ben chiuso, ove si condensa fortemente l'aria col mezzo d'una piccola tromba calcante ch'è alluogata nel calzo. Vi sono due valvule o lenguelle, cioè una all'estremità della tromba, per impedire, che non vi ritorni l'aria, quando si tira lo stantuffo; e l'altra all'estremità della canna interna dalla parte della culatta, dove si ha l'avvertenza di mettere una palla di calibro. L'ultima di queste lenguelle si leva col mezzo d'un passerino, per lasciar passar l'aria nella piccola canna, e rinchiudersi di nuovo prontamente, affinchè non ne scappi se non una parte. Ma essendo queste sorte d'armi molto in uso, io ho fatto lavorare a bella posta quella, di cui mi servo, in maniera che non si corra alcun rischio nel metter le palle, e che si possa levarle, senza essere obbligato a scaricar l'aria; per tal uopo vi è un canale o serbatojo, che contiene 12 palle, ed una spezie di chiave, che comunica, e si gira, per collocarle successivamente nella direzione del piccolo cannone, o per traportarnele, se si vuol tirare. Per conservar a quest'istrumento tutta la forma esterna d'un fusile, l'abbiam guernito d'una piastretta, il cui ferretto serve a girare la chiave del canaletto che comunica; e col moto del cane si fa levar la lenguella.

EFFETTI.

Armato ch'è il cane, e lasciato poi giù, la palla scatta con tanta forza, che si può molto bene assestarla e dirizzarla a 70 passi lontano in un circolo d'un piè di diametro.

Gli ultimi colpi hanno sempre molto meno di forza che i primi; ma comunemente l'ottavo penetra ancora una tavola di quercia, grossa 6 linee, e posta in distanza di 20. o 25. passi.

L'aria e la palla nell'uscire fanno poco romore, massimamente se il luogo dove si sta, non è chiuso; questo scoppio non è più che un soffio gagliardo, che appena si sente in distanza di 30, o 40 passi.

SPIEGAZIONI.

Dopo la spiegazione che ho data dell'Esperienza precedente, la sola preparazione di questa dee bastare per farne intendere gli effetti: l'aria condensata tra le due canne fa sforzo per uscire; dachè le si dà l'uscita per la piccola canna, porta via seco tutto quello che v'incontra; la palla riceve dunque una velocità eguale a quella, con la quale quest'aria ricomincia ad uscir fuori. Ma essendo che la lenguella non resta aperta se non un istante, non ne scappa fuori in una volta, se non quanto è d'uopo per far partire una palla: frattanto le ultime sono cacciate più debolmente, perchè la molla dell'aria si diminuisce a proporzione, che quel che n'esce le lascia più luogo per estendersi. Lo scroscio è incomparabilmente più debole, che quello di un'arma da fuoco; perchè nè la palla nè l'aria che la sospigne, non percuotono mai l'aria esterna con tan-

tanta violenza e prontezza, quanto fa una carica di polvere infiammata, la cui esplosione fassi con una velocitade estrema. L'archibugio da vento, (ch'è il fin quì descritto da noi) si fa però più sentire in un luogo chiuso, che all'aperto, perchè allora la massa d'aria, ch'è percossa, essendo appoggiata e contenuta da muraglie, o in altra materia, fa una resistenza maggiore.

APPLICAZIONI.

I fusili, le pistole, o canne da vento, sono istrumenti più curiosi che utili; la difficoltà di fabbricarli, quella di mantenerli lungo tempo in buono stato, li rende necessariamente più cari, e di men comodo, e men sicuro uso, che i fusili da polvere ordinarj: il solo avantaggio che potrebbe in essi trovarsi, quello cioè di colpire senza essere sentiti, potrebbe diventar pregiudiziale nella società, e mi pare un molto saggio avvedimento, il coartare e ristrignere più che sia possibile l'uso di così fatti istrumenti. Color che li amano, ne favellano spesso e con entusiasmo; ma fan lor più d'onore che non meritano, attribuendo ad essi quegli effetti, de' quali in realtà non sono capaci: non è vero, per esempio, che abbiano mai tanta forza, quanta un'arma da fuoco; ed è cosa rarissima, che le lenguelle tengano con tanta costanza l'aria, che si possano tenere per lungo tempo caricati.

Se le storie che si raccontano della *polvere bianca*, hanno qualche realità, debbonsi senza dubbio intendere nel senso figurato, del fusile da vento, ch'è capace di portare un colpo micidiale, senza fare strepito notabile; imperocchè non venendo lo strepito d'un fusile dal colore della pol-

ve-

vere, ma essendo una conseguenza necessaria dell' esplosione velocissima, ond' ella è capace, debbesi credere, che ogni materia, la qual si dilati con la medesima velocità, sia ella bianca o nera, scoppierà all' istesso modo.

In quanto poi alle fontane artificiali, dove l' acqua riceve il suo moto dall' elaterio dell' aria, elleno variar si possono in cento guise differenti, più curiose e piacevoli le une che l' altre: e tanto più lo sono, quanto che vi si vede salir l' acqua al di sopra della sorgente: al contrario de' getti ordinarj, che si fanno, come ognun sa, per mezzo d' una caduta d' acqua, il cui ricettacolo o fondo è più alto. Un solo esempio mi basterà: imperciocchè non è bene fermarsi senza frutto in cose, che già s' attrovano in tutti i libri di Fisica.

La Fontana rappresentata nella *Figura* 21. porta il nome di Herone, che ne vien creduto l' Inventore; ella si costruisce per ordinario di due bacini, o cassette di metallo, che si congiongono col mezzo di tubi della stessa materia: questa è fatta di vetro, affinchè se ne vegga meglio il meccanismo; la materia e la forma esteriore sono affatto indifferenti, variar si possono secondo il gusto particolare di ciascheduno. Per far giocare questa Fontana, io riempiò d' acqua tre quarti del globo A B per il canale C D, ch' è aperto da una parte e dall' altra; ne metto poscia nel bacino o conca G H, per tener sempre pieno il tubo I K, ch' è aperto da un capo all' altro. Questa colonna d' acqua, che tende a spandersi nel globo inferiore E F, carica con tutto il suo peso la massa d' aria, di cui egli è pieno: quest' aria così compressa, scappa per lo canale L M, e dispiega il suo elaterio sopra la superfi-

cie

cie dell'acqua, ch'è in A B, e finalmente quest' acqua premuta dall'elaterio dell'aria, scappa in forma di getto per lo canale C D, a capo del quale (se si vuole) si mette un ordigno tutto bucato, che spande l'acqua a zampilli.

Basta mettere da bella prima un poco d'acqua nel bacino per empire il tubo I K; il getto che indi tosto ne nasce, somministra il bastevole per tenerlo pieno; e lo scorrimento d'acqua, che si fa così dal globo A B, ricade in quello da basso, che si vuota dopo l'operazione, per un canaletto a chiave ch'è di sotto.

Si fa pure uso dell'elaterio dell'aria compressa, per rendere continuo l'effluvio d'una tromba, che ha un solo stantuffo: supponiamo, per esempio, che la tromba *n o p*, *Figura* 22. di doppio uso, cioè aspirante e calcante, sia involta d'un vase cilindrico di metallo, che forma attorno di lei uno spazio ben chiuso Q R S, che comunica col tubo ascendente T V. Quando l'acqua sollevata per aspirazione sotto lo stantuffo, sarà sforzata di poi dalla compressione a passar per la lenguella, o valvula ch'è in *o*, non solamente ella si eleverà nel tubo, ma ascenderà parimenti verso Q R, nello spazio ch'è attorno della tromba, ed elevandosi così, tenderà la molla dell'aria, la qual sarà tra lei ed il fondo di cotesta cavità. Laonde, finchè si rimonterà lo stantuffo, per fare una nuova aspirazione, la reazione di cotesta massa d'aria compressa, supplirà alla pressione dello stantuffo, e farà continuare l'effluvio in V.

Per questo mezzo si guadagna per certo qualche vantaggio nella velocità; imperocchè somministrando il tubo T V dell'acqua senza interruzione, ne passa una maggior quantità in un cer-

to

to tempo: ma quest' avvantaggio non s' acquista che a costo della forza, che debb' essere più grande dalla parte del motore; poichè ne abbisogna non solamente per portare il peso dell' acqua che pesa in T, ma ancora per comprimere l' aria, di cui si vuol tendere la molla. Del resto vi ha molti casi, ne' quali non poco importa di somministrar dell' acqua senza interruzione; per questo motivo, si fabbricano a questa maniera quelle piccole trombe, cotanto in uso nell' Inghilterra, e in Olanda, e da alcuni anni in qua, a Parigi (*a*); con le quali ogni uno può fermare almeno il progresso d' un incendio nascente, aspettando de' soccorsi più validi.

Dopo l' invenzione della macchina pneumatica, si è fatto una gran quantità di sperienze nel vuoto, o sia nell' aria rarefatta a gradi differenti: naturalmente si potea ben pensare che molte ancora far se ne potessero nell' aria più del suo ordinario condensata; e molti Fisici hanno infatti già posto mano all' opera: per queste sorte di prove si adopra un vase capace d' una grande resistenza, e vi si fa entrare dell' aria per forza con una piccola tromba simile a quella, di cui ci siamo serviti quì sopra, per la fontana di compressione (*Figura* 17.). Ma l' aria che passa così per una tromba, si carica di vapori crassi ed umidi; e sarebbe in molti casi desiderabile ch' ella fosse più pura; affinchè ciò che risulta dall' esperienza, non possa attribuirsi a verun' altra co-

(*a*) Il Signor de Gensanes ha un magazzino di queste trombe, per venderle, o noleggiarle. Egli abita nella strada di Montmartre, vicino a San Giuseppe.

cosa che al grado di compressione, che si è fatto prendere alla densità della sua propria materia. Questa considerazione m' ha fatto escogitare una nuova macchina, con la quale si potrà comprimer l' aria, senza diminuire il grado di purità ch' ella ha nell' atmosfera, e forse anche accrescendolo; dacchè vi avrò data l' ultima mano, se la cosa ne porterà il pregio, la farò pubblica nelle Memor. dell' Accad. delle Scienze, in seguito degli Strumenti che servono alle Sperienze dell' Aria, delle quali ho incominciata la descrizione.

Appare dagli esperimenti Boileani, che si può per compressione rendere il volume d' una massa d' aria 13 volte più piccolo, ch' egli non è nel suo stato naturale su la superficie della terra. Degli altri Filosofi hanno estesa dapoi questa prova, con diverse operazioni; quegli che sembra aver fatto più di tutti per questo conto, è il Sig. Hales, che dice (*nella sua Stat. de' Veget. nell' append. pag.* 390.) di aver ridotta l' aria alla 1837.ma parte del suo volume ordinario (*a*); sopra di che il Muschenbroekio fa una riflessione giudiziosa. „ L' aria, per questa esperienza, è divenuta (dic' egli) più di due volte altrettanto „ pesante che l' acqua; però non potendo l' acqua esser compressa, di quì appare, che le „ parti aeree debbon essere d' una natura molto „ differente da quella dell' acqua; imperocchè „ altrimenti se l' aria fosse della medesima natura, non si avrebbe potuto ridurla se non a un „ volume 800 volte più piccolo; sarebbe stato

(*a*) V' è dell' oscurità nel calcolo dell' Hales; il traduttore crede, che bisogni correggere il risultato, e sostituire a 1837, 1551.

„ dunque allora appuntino così denso come l'ac-
„ qua, e avrebbe pure a tutte le sorte di pressio-
„ ni resistito con una forza eguale a quella che
„ osserviam nell'acqua.

In quest' occasione il Signor Hales propone una specie di misura, per le altezze del mare; ma essendo che la regola del Sig. Mariotte sopra la condensabilità dell'aria, è solamente giusta ne' gradi medj di compressione, e non si sa con quale proporzione questo fluido si comprima ne' gradi estremi, cotesta misura non potrebbe aver luogo.

Il Sig. Amontons non solamente non rivoca in dubbio questa grande condensabilità dell'aria, ma l'ha eziandio supposta, prima ch'ella si conoscesse per esperienza, come un principio, col quale si può spiegare, secondo lui, certi moti intestini nel nostro Globo; imperocchè dopo di aver provato che la molla dell'aria, avvalorata dal caldo, è tanto più forte quanto questo fluido ha più di densità; non dubita punto, che i terremoti non possano essere eccitati da masse d'aria sotterranea, che si dilatano; e fa vedere, che la parte inferiore d'una colonna dell'atmosfera, prolungata 18 leghe verso il centro della terra, avrebbe in tale profondità una densità eguale a quella del mercurio. (*Vedi Mem. dell' Accad.* 1703. *p.* 101.)

Le Sperienze precedenti, e le Osservazioni, che vi abbiamo soggiunte, hanno mostrato, come l'aria muti densità, ed in qual maniera il suo elaterio cresca o scemi per una più o men grande pressione: resta ora da saperfi, quali effetti producano il caldo ed il freddo su questo fluido.

Non

Non è quì il luogo d'esaminare, qual sia la natura del fuoco, nè com'egli adoperi su i corpi; tali questioni si tratteranno nel decorso di di quest'opera con la convenevole ampiezza; diremo solamente per anticipazione, e per agevolare l'intelligenza degli effetti, che quì abbiamo da spiegare: 1. che il freddo non è un ente reale, nè una qualità positiva, ma bensì lo stato d'un corpo ch'è attualmente men caldo di quel che sia stato, o ch'esser possa; in guisa che non vi è niente nella natura, che sia assolutamente freddo; il ghiaccio, per esempio, non è freddo se non per comparazione coll'acqua, ond'egli è formato, o con qualche corpo più caldo; questa verità si dilucidera maggiormente da noi nel decorso, e si convaliderà con tutte le prove necessarie. 2. Si può considerare il calore, come l'effetto d'una materia estremamente sottile, la cui abbondanza, od azione tien separate le une dall'altre, le parti proprie del corpo ch'ella penetra, e comunica loro una parte del suo moto.

Considerando il calore sotto questa idea, si capiranno facilmente due effetti notabilissimi, ch'egli produce in una massa d'aria, e che noi vedremo quì additando per via d'esperienze: il primo di questi effetti è, ch'egli ne accresce il volume, vale a dire, che una medesima quantità d'aria è capace d'occupare più o meno di luogo, quand'ella è più o meno riscaldata: il secondo effetto del calore su l'aria, è d'accrescerne l'elaterio, a proporzione della pressione, ond'ella è caricata: di maniera che un medesimo grado di caldo, applicato ad una medesima aria doppiamente, o triplicatamente condensata, le dà una

molla doppia o tripla, come si vedrà dalle circostanze de' fatti, che siam per descrivere.

VIII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Fra molti tubi di vetro, quai son quelli, onde si fanno i barometri, ne bisogna scieglier uno che abbia circa un piede o 15 pollici di lunghezza, e che sia per tutto d'un diametro eguale; lo che si conoscerà facilmente, facendo andare da un' estremità all' altra una colonnetta di mercurio; imperocchè se questa è sempre della stessa lunghezza in tutti i luoghi del tubo, ov' ella si troverà, quest' è un segno, che la capacità è eguale in tutte le parti simili. Bisogna poscia sigillare ermeticamente una dell' estremità, e porlo sopra brage ardenti, per farlo riscaldare finchè sia rovente, allora egli si prende con mollette, per immergere subito l' estremità, la quale è aperta, nel mercurio bollente, e lasciasi poi raffreddare il tutto. Vedi la *Fig.* 23.

Per dare un certo e noto grado di raffreddamento, si mette per alcuni minuti l' estremità, ch' è sigillata, nel ghiaccio pistato, osservando nulladimeno, che il tubo stia in una situazione quasi orizzontale, affinchè l' aria che vi resta, non sia quasi niente compressa dal peso del mercurio, che la tiene rinchiusa.

EFFETTI.

Il tubo fatto rosso al fuoco, ed immerso nel mercurio, se ne riempie in parte; e quando è stato per qualche tempo nel ghiaccio, la porzione d' aria, ch' è contenuta tra l' estremità sigillata ed il mercurio, occupa appresso a poco il terzo della lunghezza del tubo.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

Il tubo di vetro, avanti ch' essere riscaldato, era pieno d'una colonna d'aria, simile a quella dell'atmosfera: le parti di quella materia, la quale fa il calore, qualunque ella sia, avendo penetrato il vetro, ed essendosi mescolate coll' aria, hanno discostate le parti proprie di questo fluido; ed il suo volume, per questa ragione, s'è aumentato considerabilmente; ma poichè la capacità del tubo non si è ingrandita proporzionalmente, una gran parte dell' aria n'è uscita, e il tubo è restato pieno d'un poco d'aria sommamente rarefatta, e d'una grande quantità della materia del fuoco.

Questo tubo essendo stato immerso nel mercurio, ha cominciato a raffreddarsi, vale a dire, che quella materia straniera, che avea penetrato il vetro per mescolarsi coll' aria, s'è evaporata, od ha perduto a poco a poco la maggior parte del suo moto; per lo che le parti dell'aria si son potute e dovute ravvicinare, ed essa aria condensarsi; tanto più, che il peso dell'atmosfera, premendo su la superficie del mercurio, l'ha costretto ad entrare in cotesto tubo, e innoltrarvisi, fin a tanto che il poco d'aria rimastavi, abbia acquistata, per uno scemamento sufficiente del suo volume, tanta densità da potergli resistere.

Si vede adunque da questa Esperienza, che una certa quantità d'aria, che ha la temperatura del ghiaccio, e ch'è sottomessa al peso dell'atmosfera, ha tre volte meno di volume, ch'ella non ne ha sotto la medesima pressione, ma in un calore capace di far rovente il vetro; o (lo

che è la stessa cosa) che il volume dell' aria dilatata da questo grado di caldo, sta con quello, ch' ella ha nel freddo del ghiaccio, come 3 ad 1.

Da esperienze a un di presso simiglianti, s' è raccolto, che il volume dell' aria, quando comincia a gelare, è a quello, ch' ella ha nel calor dell' acqua bollente, come 2 a 3; e ch' ella si dilata circa un settimo, contando dal freddo del gelo, che comincia, fino ai nostri caldi comuni in tempo di State, che sono appresso poco di 25 gradi nel termometro del Sign. Reaumur.

Ma in queste sorte d' esperienze, sopra tutto quando si scalda l' aria considerabilmente, si trovano spesso delle differenze notabili, secondo lo stato attuale dell' aria, sopra la quale si opera, o de' vasi che s' impiegano; imperocchè è un fatto, che l' umidità unendosi all' aria, che si fa riscaldare, occasiona una dilatazione, ch' è talvolta 10, o 12 volte più grande, che non sarebbe col medesimo grado di caldo, se si adoperasse un' aria più asciutta.

In oltre, essendo l' aria più densa o più compressa in un tempo che in un altro, gli effetti pur variano, secondo l' altezza attuale del Barometro, che non si dee trascurare di esaminar in tal caso.

APPLICAZIONI.

Con dilatar l' aria mercè d' un calore gagliardo, si fan crepare con iscroscio quell' ampolline di vetro sottili, che si soffiano alla lampana d' uno smaltatore, e che sigillansi ermeticamente: l' effetto n' è più sicuro, e più grande, quando vi si serra una picciola goccia d' acqua; non solamen-

lamente perchè l'umidità procura una dilatazione maggiore, ma ancora perchè la freschezza del liquore impedisce, che il vetro non s'ammollisca al calor del fuoco, e fa sì che non cada dolcemente e senza romperſi, all'estensione del fluido rinchiuso. Quando si mette cotai soffioni di vetro alla lampana per sorprendere qualche circostante, si dee temere, non ne saltino agli occhi le scheggie del vetro, e non incomodino gl' inavvertiti. Le castagne, che scoppiano sotto la cenere calda, non sono di tanto pericolo, ma anche questo è un effetto che dipende dalla stessa cagione; l'aria rinchiusa sotto la buccia, si dilata, e la fa crepare, quando non si ha l'avvedimento d' intaccarla con qualche taglio; quanto più ella resiste, tanto più è scrosciante la sua rottura.

Nella prima Lezione (*Sezione Prima, Esper. Terza*) ho fatto menzione d' una piccola caraffa di vetro, che ho supposto essere in parte piena d'un liquore odoroso; ma non ho detto allora come si faccia ad empir questo vase, di collo e d' orificio così angusti, che non si può servirsi, per empirlo, di un imbuto. Ora si vien a capo di tale operazione, se si riscalda il piccolo fiaschetto, e s' immerga subito la sua boccuccia nel liquore, che vi si vuol introdurre; imperocchè dilatando l' aria col calore, se ne fa uscire una gran parte, e quel che vi resta, venendo poi a condensarsi, a misura che si raffredda, lascia un vuoto, ove il peso dell' atmosfera porta il liquore: come appunto è avvenuto nel tubo adoperatosi nella Esperienza precedente.

In questa maniera pure s' empiono i vetri dei

termometri, i tubi de' quali sono ordinariamente così sottili, che non si potrebbe mai farvi entrare il liquore con altro mezzo, se non se spendendovi troppo lungo tempo. La dilatazione dell'aria sarebbe anch'ella un mezzo imperfetto in sì fatti casi, dove si tratta d'empire intieramente il vaso, poichè un grandissimo calore non può far uscire, se non in circa i due terzi dell'aria; ma si suole aggiungerne un altro, del quale parleremo in appresso, e che ajuta a vuotar l'aria ancora più completamente.

A proposito de' termometri, quello di Santorio, rappresentato nella Fig. 24 produce ancora i suoi effetti in conseguenza della dilatabilità dell'aria. Quando si applica la mano alla pallottolina della sommità, l'aria ch'ella contiene, e che riempie una parte del tubo fino in N, si riscalda, si dilata, e fa discendere nel recipiente abbasso, un liquor colorato, la cui andatura diventa sensibile, e si può misurare con le divisioni dei gradi segnati su la tavoletta. Se l'aria che si è riscaldata, si raffredda in appresso, si condensa, ed il medesimo liquore spinto dal peso d'una colonna dell'atmosfera, che corrisponde in M, rimonta verso la pallottola; il che si fa cospicuo, per li gradi della scala, ch'ella percorre da giù in sù: di questo istrumento noi riassumeremo la storia quando parleremo di quelli che servono a misurare i gradi del caldo e del freddo.

Siccome si fa zampillar l'acqua mercè la compressione dell'aria, si può nè più nè meno servirsi della sua dilatazione per formar fontane, che danno spasso ai curiosi: questi principj di movimenti avrebbono delle applicazioni senza fine;

ma

ma la raccolta che se ne potrebbe fare, non entra nel disegno di quest' opera; e io però mi ristringo a due esempj, per li quali si potrà giudicare degli altri. A B, *Fig.* 25. è un vase di vetro, di collo strangolato o compresso, ed aperto in alto e abbasso, la cui base è fermata sul' alto d' una cassa C D, a modo di piedestallo: in A è attaccato un piccolo tubo E F, che da una parte finisce in punta come un aspergolo posticcio, e l'altro capo tocca, meno poche linee, il fondo del vase. Un altro tubo che mette capo in G, e ch' è aperto, passa nel sito dello strangolamento del vase, dov' è congiunto, e a traverso del piedestallo, per terminare ed unirsi con un palloncino di rame sottile, col quale è saldato. La cassa C D, è fodrata di piombo nel di dentro, e il di sopra, che può levarsi, s' attacca con degli uncini.

Il pallone di rame non contiene altro che aria il vase A B è pieno d' acqua fin a' tre quarti della sua capacità, e si versa dell' acqua bollente nella cassa C D, per un buco fattovi di sopra, e nel quale si pone un imbuto.

L' aria del pallone, essendo riscaldata dall' acqua bollente, nella quale si trova immerso, si dilata per il canale G; e premendo col suo elaterio la superficie dell' acqua ch' è nel vase A B, la fa uscire in forma di getto per lo picciolo canale E. Bisogna che il pallone di rame sia almeno due volte altrettanto grande che il vase A B; imperocchè, come abbiamo detto di sopra, l' aria non si dilata se non d' un terzo, col calore dell' acqua bollente, e l' acqua non può bollire nella cassa che contiene il pallone.

Si potrà fare un piccolo getto simile a quel-

lo

lo ch' è rappresentato dalla *Fig.* 19. se, in luogo di mettere la bottiglia nel vuoto, s' immerga in un bagno d' acqua bollente; ma allora conviene che la bottiglia, o fiasco, sia di metallo, perchè il calore improvviso, o la grande dilatazione dell' aria nol faccia scoppiare in pezzi.

Se si vuol fare un gitto di fuoco, si adoprerà spirito di vino, o buona acquavite, e si terrà per lo spazio d' alcuni minuti l' orifizio del vase otturato colla cima del dito, o in altra guisa, per dar tempo al liquore di riscaldarsi un poco; e con la fiamma d' una candela s' accenderà il gitto quando spruzzerà fuori. Vedi la *Fig.* 26.

S' è veduto quì dianzi, che il calore aumenta il volume dell' aria, quand' è in libertà d' estendersi; da quello che segue s' imparerà, che la cagione medesima accresce il suo elaterio, quando il volume è da ostacoli rattenuto e fissato.

IX. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

A B C, *Fig.* 27. è un tubo di vetro, che ha un poco più di 4. piedi di lunghezza, circa una linea di diametro internamente, ricurvo abbasso, e terminato da una pallottola cava e sottile, che ha 4 o 5 pollici di diametro. Vi si fa entro scorrere del mercurio, per empir solamente la curvatura D B C, ed in tal maniera, ch' essendo l' istrumento ritto in piè, questo liquore sia in equilibrio con se medesimo nei due rami del tubo: per tal effetto ben si comprende, ch' è necessario che l' aria della palla non sia più condensata di quel che lo è l' aria dell' atmosfera nel mo-

momento dell'esperienza. Poscia si aggiugne del mercurio nella parte A D del tubo, fin a tanto che ve ne sia una colonna di 28 pollici, a computare dal livello, cioè dalla linea D C; e s' immerge tutta la parte inferiore in un bagno d' acqua bollente, di tal maniera che la palla ne sia intieramente coperta.

EFFETTI.

Immerso a questo modo l' istrumento, si solleva il mercurio 18 pollici ed alcune linee nel ramo più lungo del tubo; il che fà una colonna di circa 46 pollici, contando dal livello del mercurio nel ramo più corto.

SPIEGAZIONI.

Quando non vi è mercurio, se non nella piegatura del tubo, ed è in un ramo elevato del pari che nell' altro; l' aria della palla è, per lo suo elaterio, in equilibrio col peso dell' atmosfera, che si suppone equivalente a 28 pollici di mercurio, nel tempo dell' esperienza. Li 28 pollici di mercurio, che si aggiungono dipoi nel ramo lungo del tubo, raddoppiano adunque questa pressione, e per conseguenza, la densità dell' aria, ch' è nella palla; se quest' aria così compressa è immersa nell' acqua bollente divien capace di portare ancor 18 pollici ed 8 linee di mercurio, quest' è una prova, che un tal grado di calore aumenta d' un terzo il suo elaterio; imperocchè 18 pollici e 8 linee, sono appuntino la terza parte di 56. somma della doppia pressione, onde l' aria è caricata avanti l' immersione.

Essendo che li 18 pollici e 8 linee di mercurio si sollevano nel lungo ramo, a costo del mercurio ch' è nel ramo più corto, il volume dell'

aria

aria riscaldata cresce sempre un poco per due ragioni; primieramente perchè il mercurio che passa nell' altro ramo, gli lascia un poco di luogo per estendersi; secondariamente, perchè il vetro si dilata col calore, e la capacità della palla, diventa necessariamente un poco più grande, come lo farem vedere altrove: imperciò, scemando un poco la densità dell' aria, la forza del suo elaterio, accresciuta dal calore, non è del tutto sì grande, come sarebbe se il volume restasse costantemente ne' suoi limiti: però l' aumentazione della colonna di mercurio al di sopra delli 28 pollici, non giugne mai fino a 18 pollici e 8 linee; ma non vi manca che una piccola quantità, quando si adopera un tubo assai sottile, rispetto alla capacità della palla.

E' dunque un fatto incontrastabile, che la forza dell' elaterio cresce d' un terzo per il calore dell' acqua bollente: ma qual è poi la ragione di questo fatto, e come avvien egli che le parti dell' aria riscaldata acquistano più di rigidezza? L' esperienza non ce l' insegna. Si può dire nulladimeno, ragionando con plausibili congetture, che (Hist. de l' Acad. des Sc. 1702. p. 3.) " l' azione del calore consiste, come l' abbiam già " detto, in un' infinità di picciole particelle a- " gitatissime che penetrano i corpi. Quand' elle- " no entrano in una massa d' aria, n' aprono e " ne sviluppano le laminette spirali, non sola- " mente perchè essi sono nuovi corpi, alloggiati " negl' interstizj di esse; ma principalmente per- " chè sono corpi che si muovono con molta vio- " lenza; di qua proviene l' aumentazione di co- " testo volume d' aria. Che s' ell' è chiusa in " maniera, che non possa estendersi, le particel-

" le

„ le di fuoco che tendono ad aprire le ſpirali „ non le aprono, aumentano in conſeguenza la „ forza loro elaſtica, che ceſſerebbe s' elleno s' „ apriſſero liberamente. Quando l' aria è conden„ ſata, vi ſono più particelle d' aria in un me„ deſimo ſpazio, e quando le particelle di fuo„ co vengono ad entrarvi, eſercitano dunque la „ loro azione ſopra un maggior numero di par„ ticelle d' aria: cioè, cagionano una maggiore „ dilatazione, o un maggior aumento di mol„ la. Ora quando l' aria è caricata d' un peſo „ più grande, ell' è più condenſata; e per con„ ſeguenza, ſe non può allora eſtenderſi, co„ me ſempre ſi ſuppone, un medeſimo grado di „ calore aumenta maggiormente il ſuo elate„ rio.

APPLICAZIONI.

Procedendo, come nella eſperienza precedente, s' oſſerva che l' aumentazione cagionata nella molla dell' aria dal calore dall' acqua bollente, è eguale al terzo del peſo, ond' è l' aria allor caricata, ſe l' eſperienza è fatta nella Primavera o nell' Autunno, fra il gran caldo, e il gran freddo. Così l' aria che reſpiriamo, caricata ſempre d' un peſo eguale a quello di 28 pollici di mercurio a un di preſſo, eſſendo riſcaldata dall' acqua bollente, accreſcerebbe la forza del ſuo elaterio 9 pollici e 4 linee. Un' aria condenſata al doppio, l' accreſcerebbe 18 pollici 8 linee, che ſono il terzo di 56. Reciprocamente un' aria ſempre nell' iſteſſo ſtato di condenſazione, aumenterà differentemente il ſuo elaterio, ſecondo i differenti gradi di calore.

Il Sig. Amontons, a cui dobbiamo tale ſcoperta, n' ha fatta un' utile applicazione, con lavorare, appoggiato a queſto principio, un ter-

termometro d' aria (Mem. de l' Acad. des Sc. 1702.), che io m' avviso essere stato il primo, in cui (*a*) i gradi del calore si riferissero ad un termine conosciuto; imperocchè, avanti di lui, così fatte sorte di strumenti null' altro insegnavano, se non che facea più freddo, o più caldo, che in un altro luogo, e in un altro tempo, nel quale erano stati osservati; i termometri comparabili, hanno veduta la luce per opra sua; s' egli non li ha portati al grado di perfezione, in cui son oggidì, gli abbiamo però l' obbligo dell' averc. messi sul sentiere.

Una stufa o fornello acceso in una camera, ne rarefà senza dubbio l' aria, perchè quest' aria non è talmente rinchiusa, che non comunichi un poco con l' esterna per mezzo di piccoli passaggi o alle porte o alle finestre, che gli lasciano la libertà di estendersi; ma l' aria, abbenchè così rarefatta, e men densa che l' atmosfera, staffene in equilibrio non per tanto con essa, perchè riscaldandosi ella acquista un grado di molla, che la mette in istato di sostenere la pressione; la stessa cagione che diminuisce la densità, accresce altrettanto il suo elaterio, e l' un supplisce all' altro.

Non è già la medesima cosa, quando si fa del fuoco in un focolare; quivi l' aria si rarefà, senza che il suo elaterio cresca, perchè può facilmente estendersi; l' equilibrio subito cessa tra le due colonne dell' atmosfera che corrispondono

(*a*) Si trova nelle Transazioni Filosof. num. 197. anno 1693. un Opuscolo dell' Halleio, che ha per oggetto di fare un Termometro comparabile in tutti i luoghi, e senza modello.

dono alle due estremità del tubo, o della canna; quella che pesa per da basso, avendo tutta la sua densità, supera l'altra, ch' è in parte rarefatta, e succede come una corrente d'aria dal basso all'insù; quest'è almeno quello che d'ordinario succede; noi averemo forse occasione di esaminare in altro luogo quai sieno le cagioni che possono impedire quest' effetto, e determinare l'aria a discendere per lo camino.

Di tutti gli usi che facciamo dell'aria, niuno ve n'è così frequente, così osservabile, e necessario, come quello del *respirare*. Circa 50 volte in un minuto, il petto si solleva e s'abbassa, e con questo moto alternativo, molto simile a quello d'un mantice che si fa operare, essi si ristrigne, e si dilata; dilatandosi, riceve l'aria esteriore, che premuta dal peso dell'atmosfera passa nelle vescicule de' polmoni; quando poi il petto s'abbassa, l'aria che non può più contenervisi, passa al di fuori, e porta via seco i vapori, onde s'è caricata; la prima di queste due azioni si chiama *inspirazione*, la seconda *espirazione*, e l'una e l'altra sono talmente necessarie per la conservazione della vita, che non vi è alcun animale, che infallibilmente non perisca, quando gli è interdetto questo doppio movimento, o quando egli si priva di un'aria capace di mantenerlo, come vedrassi nell'Esperienze seguenti.

X. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si cuopre d'un recipiente grande un colombo, o qualche altro uccello, che ponesi su la piastretta d'una macchina pneumatica, e per rarefare a poco a poco l'aria, ch'è dintorno all'animale, si danno diverse pinte collo stantuffo. *Fig.* 28.

EFFETTI.

Quando la densità dell'aria è diminuita appresso a poco della metà nel recipiente, l'uccello cade in convulsione; avviene bene spesso, ch'egli evacui pel becco, o per la via ordinaria delle fecci; e si continua a fare il vuoto più esattamente; o pur se l'animale si lascia solo per alcuni minuti in tale stato, egli perisce senza rimedio; ma quando gli si restituisce prontamente l'aria, si rimette in breve spazio di tempo: questo suo rimettersi, per verità, non è di lunga durata; io non ho veduto mai uccelli, e nè men altri animali, che abbiano a tale prova sopravvivuto.

XI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In un gran vase di vetro quasi pieno d'acqua si mette un piccolo pesce vivo, e si cuopre il tutto con un grande recipiente sopra la macchina pneumatica. Fig. 29.

EFFETTI.

A misura che si fa il vacuo nel recipiente, veggonsi uscire delle bollicole d'aria di sotto dalle scaglie del pesce, per le alette, e per la bocca. L'animale stassene su la superficie dell'acqua, senza poter andare al fondo; vi muore finalmente;

re; ma solo a capo di più ore di prova; e quando fassi rientrar l'aria nel recipiente o prima o dopo della sua morte, egli va al fondo del vase, e non può rimontare alla superficie.

SPIEGAZIONI.

La vita animale, come ognun sa, consiste principalmente nel moto del cuore, e nella circolazione del sangue. Ora se crediamo a' più valenti Anatomici, e se ci regoliamo su le loro osservazioni, e su le loro esperienze, dir dobbiamo, che l'uno e l'altro è mantenuto dalla respirazione, o perchè l'aria, ch'è sospinta ne' polmoni per lo peso dell'atmosfera, serve d'antagonista ai muscoli, che la natura impiega per la respirazione, e premendo i vasi, ne' quali il sangue è stato portato per la contrazione del cuore, lo determina a ricorrere verso quella sorgente, per andare poi alle altre parti del corpo; o perchè l'aria divisa, e filtrata, dirò così, mescolasi col sangue, e circola con esso, avvivandolo col suo elaterio (M. Mercy Memoir. de l'Academ. des Scienc. 1700.): l'animale, che non può respirare, non può dunque continuar a vivere.

L'uccello, che si è collocato in un'aria considerabilmente rarefatta, non respira più, perchè quell'aria non partecipa più del peso dell'atmosfera, da cui è separata, ed il suo elaterio è molto diminuito, insieme con la sua densità. Invano si dilata il petto; il fluido ch'è solito introdursi non ha più tanta forza; però il moto alternativo, chiamato la respirazione, non può più aver luogo, poichè delle due potenze, che lo producono, se ne toglie, o se ne indebolisce una, ch'è il peso, o la molla dell'aria.

Un' altra cagione, che fa perire un animale nel vuoto, si è, che l'aria, ch'egli ha nelle varie capacitadi, e negli stessi fluidi del suo corpo, si rarefà grandemente, quando ella non è più contenuta dalla pressione dell'aria esterna; imperocchè tutte queste porzioni di aria dilatatata, acquistando un volume molto più grande, che quello ch'elleno hanno nello stato naturale, comprimono e rompono sovente le parti, ove si trovano ingaggiate, ovvero cagionano delle ostruzioni ne' vasi, e fermano il corso degli umori. Per questo, senza dubbio, avviene, che gli animali applicati a tali prove, hanno d'ordinario delle nausee, o si vuotano per la bocca, o d'altra guisa; perocchè l'aria degl'intestini, o dello stomaco, venendo a dilatarsi, sospigne, e caccia davanti a sè gli alimenti non digeriti, o gli escrementi che le chiudono il passo.

Dubitar non si può, che ci sia dell'aria ne' corpi degli animali, anco di quelli, che la natura ha destinati a vivere nell'acqua; poichè si ved'ella uscire dal pesce, secondo che si fa il vuoto nel recipiente. E' probabile, che gli acquatici e gli amfibj respirino differentemente dagli altri animali, che vivono di continuo nell'aria, poichè la privazione di quest'elemento, non li fa morire così prontamente; ma si dee credere, che quello che più accelera la lor morte nel vuoto, sia l'aria interna, che si dilata, e che mette tutto in disordine. Quella doppia vescicola, che trovasi ne' carpi, e ne' più degli altri pesci, in caso tale, distendesi, e fa gonfiare il corpo del pesce; di quì è, ch'egli a forza se ne sta su la superficie dell'acqua, finchè dura il vuoto, perchè allora egli è più leggiero

del

del volume d'acqua a cui corrisponde, ma precipita involontariamente al fondo, quando vi s'introduce di nuovo l'aria; perchè la vescicola, dilatandosi, s'è in parte vuotata, ed il resto dell'aria ch'ella contiene, quando ritorna la densità eguale a quella dell'atmosfera, non è più capace di riempirla; del che è facile l'accertarsi, con aprire il corpo del pesce.

APPLICAZIONI.

Dalla spiegazione, poc'anzi data delle due precedenti esperienze, appar manifesto, che gli animali collocati nel vuoto, vi periscono, per due principali ragioni: primieramente, per mancanza di respiro, in secondo luogo, per la dilatazione dell'aria, che si trova racchiusa ne' loro corpi. Non differendo le spezie, ed i generi degli animali, solamente nella figura, e ne' costumi, ma ancora nella conformazione, nel numero, e nella grandezza delle parti interne; egli è verisimile che tutto quello che respira, non respira alla medesima maniera; che in certi animali la respirazione debb'essere abbondante, e frequente: che in altri al contrario ella può farsi più lentamente, e con un'aria più rara, almeno per un certo tempo. Ecco senza dubbio perchè di tanti animali di spezie diverse provati nel vuoto da Boile, dall'Accademia di Firenze, dal Derrham, dal Muschenbroek, e da tanti altri Fisici, alcuni muojono nello spazio di 30, o di 40 secondi, come quasi tutti gli uccelli, i cani, i gatti, i conigli, i sorci, ec. ed altri reggono ad un vuoto per più ore, tra quali, i pesci, i rettili per la maggior parte, e massimamente le rane, le quali talor resistono a questa prova per un giorno intero senza morire. Imperocchè viven-

do questi ultimi animali comodamente nell' acqua, non si può dire che abbisognino di respirare nella foggia che respirano gli animali terrestri; o forse eglino sosterrebbono il vuoto ancor più lungo tempo, se avessero ivi da soffrir solamente la privazion dell' aria, e se quella che hanno dentro del loro corpo, non sconcertasse l' economia delle parti, per la sua grande dilatazione. Quel che m' induce a così credere, si è, che li veggiamo gonfiarsi notabilmente, e che dopo morte si trovano sempre in essi i polmoni flaccidi, e più pesanti che l' acqua.

Un' altra ragione, che si potrebbe allegare in favor di questa opinione, si è, che quasi tutti gl' insetti, quelli eziandio, che vivono a tutt' aria aperta, le farfalle, le mosche, gli scarafaggi, soffrono senza perire, una privazion d' aria talora per più giorni, senza dubbio perchè non avendo nel corpo se non piccolissimi volumi d' aria, che poco si dilatano, il vuoto non può riuscir loro mortale, fuorchè per il solo difetto di respirazione; e questi animaletti verisimilmente possono star lungo tempo senza respirare, almeno l' aria crassa.

Siam d' accordo tuttavolta, che lo stato naturale di tutti questi animali, è di poter pigliar l' aria, e che saffi lor violenza privandoneli. Si vede il pesce slanciarsi da per sè stesso su la superficie de' stagni, per pigliar nuova aria, e per rigettar quella, ch' egli ha presa innanzi. I Naturalisti dicono, ch' egli sa filtrare, ed appropriarsi quella ch' è disseminata nell' acqua; e quand' egli muove sotto il ghiaccio, si ha ragion di crede-

re,

se, che ciò avvenga per essergli mancata l' aria, poichè si sfugge quest' accidente quando si ha l'avvertenza di rompere il diaccio. Finalmente il pesce vive molto più lungo tempo nell' aria, e senz' acqua, di quel che faccia nell' acqua piena, se gli manca l' aria.

In conseguenza di quest' ultimo fatto, che è incontrastabile, eccone un' altro, ch' io trovo appresso buoni Autori, e ch' io stesso ho in Ollanda e in Inghilterra inteso da molte persone di credito, e sincere. Dicesi, che sospendono colà in certe reticelle il pesce carpio, sopra il mosco umido, ed in luogo fresco, e che per due ò tre settimane l' ingrassano con mica di pane bagnata nel latte. Se da questo racconto non si ha da dettrar nulla (a), chiaro è, che l' aria è più necessaria dell' acqua, anche al pesce; e che si può trarre a profitto come fondamentale e vero questo principio.

Alcuni Autori hanno osservato, che i cani, i gatti, i conigli &c. nati appena, non muojono nel vuoto così prontamente, come gli adulti delle loro spezie; lo che si fa, perchè la respirazione è più prestantemente necessaria per questi, che per quelli. A fin di ben conoscerne la differenza, convien sapere che avanti il

(a) Io ho tentata senza riuscita due volte questa esperienza; ma non ne ho potuto conchiuder niente di certo; perchè i carpj, de' quali mi son servito; avevano sofferto per il lungo trasporto, ed anche erano stati maltrattati dopo usciti dall' acqua: Non ho potuto far loro inghiottir niente: sono morti in men di 24. ore.

for nascere, una sola è la circolazione e per la madre, e per il feto. In questo, che non per anche respira, sen va il sangue dall' orecchietta destra, alla sinistra del cuore, mercè d' una comunicazione, che gli Anatomici chiamano, il *foro ovale*, e senza dover passare per il polmone, ove l' aria esterna non ha eccesso; ma dopo la loro nascita, questo passaggio si chiude a poco a poco, e la respirazione diventa necessaria per gonfiare le vescichette del polmone, e per far circolar il sangue del nuovo animale, separato dalla sua madre, nella stessa guisa che la respirazione della madre lo facea circolare precedentemente nell' uno e nell' altro. Quindi è, che comunemente si conosce, se un bambino è morto prima di nascere, o se ha respirato, avanti di morire, mettendo il suo polmone nell' acqua; imperocchè, se sta a galla, quest' è segno che vi è dell' aria, e che il bambino ha respirato, lo che egli non ha potuto fare se non dopo nato. Quest' è una prova che la Giustizia metteva in uso, allorchè trattavasi di giudicare una madre, ch' era accusata d' avere ucciso il suo figliuolo, e che da questo delitto difendevasi, con sostenere ch' egli era venuto morto al mondo. Ma si è dipoi osservato, che in certi vasi il polmone d' un feto può galleggiare, e che quello d' un bambino appena nato può andare al fondo dell' acqua; il che rende questa esperienza insufficiente per stabilir un giudizio di tale importanza.

Molti Anatomici (*Hist. de l' Acad. des Sc.* 1700.) pretendono d' aver trovato il foro ovale, ancora aperto in alcuni adulti. Questa osservazione, che non vien messa in contesa quasi da piu-

niuno (*a*), può spiegare certi fatti, il racconto de' quali scompiglia i più creduli intelletti. Tale è la Storia del Giardiniere (*b*) di Troningholm in Svezia, che si dice essere stato per 16. ore perduto nell' acqua, e sotto il ghiaccio, senz' annegarsi; tale è quella d'un certo Lorenzo Giona, che vi stette, per quanto dicesi, sette settimane senza morire: l'una e l' altro sono raccontate da Pecklin (*De aeris natura, & alim. Def.* cap. 13.) sopra autentici testimonj. Io per me sento che si penerà a crederle; ma tuttavolta, se è vero che si possa vivere quanto può circolare il sangue, che la circolazione si faccia liberamente senza respirar l' aria, in quelli che hanno il foro ovale tuttor' aperto, e che questo foro sia stato osservato in alcuni adulti, non sarebbe impossibile che di questi fatti straordinarj s' incontrassero.

Si crederà più facilmente quel, che raccontasi di molte persone, le quali sono state per ordine della Giustizia, o d' altra guisa strangolate, e che si son trovate vive, dopo d' averle staccate dalla forca; questi esempj s' incontrano più frequentemente, e molti vengono bastevolmente atte-

(*a*) Cheselden celebre Anatomico di Londra, pretende che tutti quelli che hanno creduto di vedere il foro ovale negli adulti, si sono ingannati, prendendo per questo foro l' apertura delle vene coronarie. *Derham. Theol. Phys. l. 4. c. 7.*

(*b*) Una persona del paese nobile e dotta m' ha affermato che questo fatto si tiene per certissimo in Svezia; ma egli è accaduto, non già a Troningholm, ma a Stroinsholm, soggiorno ordinario della Corte.

stati. Pur egli appare, esservi negl' impiccati più cagioni di morte, che negli annegati; la legatura del collo che stringe e sforza i vasi; gli sforzi che si fanno su questa parte, sì per lo peso del corpo, come per quello che vi si aggiugne; i colpi ed i moti differenti, che l' esecutore adopra per effettuare il supplizio: se ad onta di tutto questo, trovansi di quando in quando alcuni di tali sciagurati che ritornano in vita (*a*), quasi crederei, che si potrebbe ancor salvar molti annegati, i quali per breve spazio di tempo sono stati nell' acqua, e che si giudicano morti da segni molte volte equivoci; o che con ajuti inopportuni si finiscon di uccidere. Chiamo ajuti inopportuni, e mal diretti, quel tenerli sospesi colla testa in giù, e bene spesso in un' aria fredda; sarebbe meglio provar di rinvigorire il sangue con un calor mite, con liquori spiritosi, con fregagioni, e tenerli in una situazione naturale comoda; imperocchè hanno inghiottita poc' acqua; e quella che hanno nello stomaco, non è il male più presfante, od il più reale.

Se la respirazione manca agli animali nel vuoto,

(*a*) Questi suppliziati scampano dalla morte, o perchè lo strangolamento ha durato troppo poco, nè ha potuto spegnere affatto in essi il principio vitale; o perchè la corda, in vece di stringere gli anelli della trachea, ha portato il suo sforzo sopra la cartilagine *scutiforme*, che volgarmente è nomata il nodo della gola, e ch' è capace d' una grandissima resistenza in certuni; sicchè la respirazione non è stata intieramente interrotta.

to, od in un' aria considerabilmente rarefatta, ella diventa altresì difficile e penosa in un' aria condensata più del suo ordinario. Li Sigg. Derham, e Muschenbroek hanno messi degli uccelli, e de' pesci in un' aria due o tre volte più condensata di quel ch' ell' è comunemente per lo peso dell' atmosfera, e questi animali, la maggior parte, vi son periti in 1 o 6 ore: dubitar non si debbe, che lor non si sia fatta violenza, nel romper così l' equilibrio tra l' aria interna del loro corpo, e quella che li attorniava; e che non avessero avuto ancora più da patire, se fossero stati messi in un' aria eccessivamente compressa. Ma non si crederà già, che una doppia od una triplicata condensazione sia stata la principal causa della lor morte, quando si saprà, che animali delle stesse spezie non vivono niente più a lungo in un' aria della temperatura e della densità dell' atmosfera, se sol manca a quest' aria, d' essere rinnovata.

Quest' è un fatto avverato e comprovato dall' esperienza, e che dai Fisici si spiega in diverse maniere. Gli uni pretendono (e questi è il maggior numero) che l' aria ch' è stata respirata, sia caricata de' vapori e dell' esalazioni, delle quali ell' ha purgato il sangue; e che non può ella essere in tale stato più respirata, senza cagionare una soprabbondanza di quelle parti nocive, che fermano la circolazione, e che soffocano l' animale. Gli altri stimando con ragione, che l' aria non sia buona alla respirazione, se non in quanto ell' è elastica, credono ch' ella perda una gran parte del suo elaterio, col dimorar ch' ella fa nei polmoni, o nei vasi sanguigni; e che così, per respirarla sanamente, bisogna o ch' ella si rinnovi, o che sia purgata dal-

dalle parti eterogenee, delle quali ella scorgesi visibilmente carica nel momento dell'Espirazione. Si può a tale proposito vedere quanto è riferito dal Sig. Hales, nella sua *Statica de Vegetabili*, *c. 6. Esp.* 107. ec. dove si troveranno osservazioni curiosissime.

Comunque la cosa sia, la prudenza esige che l'uom non si esponga ad un'aria, la quale viene sospettata d'essere infetta d'una grande quantità di esalazioni, massimamente di quelle, che sono sulfuree. Le cloache, che lungo tempo sono rimaste chiuse: i sotterranei contigui alle miniere; i luoghi serrati, ove s'è tenuto del carbone acceso, le cantine, nelle quali fermentano i vini nuovi, o la birra, sono d'un estremo pericolo (*Camerar. in Epist. Toururensibus*). Giudicar se ne può da quella famosa grotta d'Italia, nella quale un cane, o qualunque altro animale, non può restar per un minuto senza soffocarsi; prendasene pure argomento da quel funesto e memorabil caso, avvenuto a Sciartres (*Hist. de l'Acad. des Sc.* 1710.), nella stanza bassa d'un Fornajo, dove 7. persone furono all'improvviso suffocate l'una dopo l'altra, dal vapore delle brage, e finalmente da tanti e tanti operaj, che sappiamo essere periti, o scavando fosse, o nettando de' vecchi pozzi. L'uso delle stufe può essere anch'egli pernicioso; sopra tutto ne' principj, quand'elleno sono di ferro o di rame, e quando si scaldano gagliardamente; quest'ultimo metallo può gettar nell'aria delle esalazioni molto nocive.

Non solamente si deve schivare cotest'aria avvelenata, i cui effetti sono così pronti; ma la prudenza potrebbe giugnere fino a purificare o rinovare almeno l'aria, che si è costretto di respi-

spirare. Perchè, a cagion d'esempio, non si vorrà usare quest'avvertenza, trattandosi di vasi usuali, di sale di concorso e di spettacolo, di miniere, e d'Ospitali. Molti valenti Fisici (a) ne hanno già ricordati i mezzi; e se ne son fatte le prove con bella riuscita. Io credo eziandio, che coloro, i quali se ne stanno per 9, o 10 ore nel letto, dovrebbono usare l'attenzione di non giacervi serrati da cortine troppo dense, e troppo puntualmente chiuse; imperocchè non è sano starsene così a lungo in una piccola massa d'aria, che non si rinnova abbastanza, e la cui purità vien alterata dalla traspirazione insensibile, e dalla respirazione.

Se si potesse purificar l'aria con tanta facilità come si può rinnovarla, non v'ha dubbio che non si dovesse fare con cura attentissima in parecchie occasioni; e ci parrebbe somma fortuna, se tutto terminasse a farne solamente conoscere l'utilità. Giudichiamo del nostro elemento, come facciam di quello de' pesci; se l'acqua d'un vivajo o d'uno stagno diventa infetta, non vediam noi il pesce languire? E quanto poco sta ella a introdurvisi la mortalità? A che dobbiamo noi attribuire le malattie epidemiche, i cui sintomi sono gli stessi in soggetti che vivono diversamente affatto gli uni dagli altri, in un fanciullo, in un adulto, in un principe, in un contadino, ec. Forse all'alimento, al genere di vita, all'età, al temperamento? O non piuttosto alle qualità attuali dell'aria, che respirano tutti in comune? Non si vede egli comunicarsi sovente d'uno in altro tali contagio-

(a) Desanguillieres Transact. Phil. n. 487. Hales, description du Ventilateur par le moyen duquel &c. trad. en Franc. par M. Demours.

tagioni, o pur dissiparsi e finire, mercè de' venti, o d'altre mutazioni dell'atmosfera?

Boile, nelle sue Esperienze Fisico-meccaniche (Esper. 41.) fa menzione d'un liquore volatilissimo, di cui si serviva Drebellio per purgar l'aria in una spezie di vase, da lui escogitato, per andare tra due acque; (imperocchè si sapeva già che un'aria, ch'era stata respirata, diveniva in poco tempo incapace di più respirarsi:) trovansi degli Autori (*a*) che dicono d'aver veduto il vase, che l'hanno eziandio imitato con poca riuscita, e la testimonianza de' quali non ci fa molto dogliosi d'aver perduta l'invenzione. Ma in quanto al liquore, che meriterebbe molti elogj, e da cui si potrebbono cavare grandi avantaggj, se non ne fosse coll'Autore morto il secreto; niuno dice d'averlo veduto, e credo che sia lecito dubitare almeno di tale prodigio.

Se pur possiam lusingarci di purgar l'aria, io penso che non vi giugneremo, fuorchè per mezzo di qualche filtrazione, obbligandola a passare per qualche materia, dov'ella possa deporre quanto contiene d'estraneo; ma bisogna per tal effetto, che quello di cui si vuol spogliarla, sia attornato ad attaccarsi più fortemente al filtro che alle parti dell'aria; la cognizione di quest'analogia debb'essere il frutto d'un gran numero d'esperienze sottili e delicate, e d'osservazioni studiate attentamente; ma l'oggetto è d'importanza, e molti abili maestri han (*b*) fatte già alcune prove, che lu-

(*a*) Papin, recueil de diverses pieces, &c. edit. 1695.

(*b*) Hales Stat. des Vegetabl. ch. 6. exp. 116. Muschenbroek orat. de meth. instituendi Exper. Phys. pag. 28.

fusingan le nostre speranze : indotto da questa considerazione, io ho voluto arrischiarmi a proporre un istrumento da lavar l'aria, e raccogliere le materie, onde può ella essere caricata. *Vegganſi le Mem. dell' Accademia delle Scienze per l'anno* 1741. *p.* 335.

Ci sarebbono ancora molte cose da dire delle proprietà dell'aria, e de' suoi usi in ordine alla respirazione, ed alla maniera ond' ella influisce sopra la vita degli animali ; ma questi divisamenti, abbenchè rilevanti e curiosi, non ponno aver luogo fuorchè in un trattato, nel quale s' avesse intrapreso d' inserire tutto quel ch' è cognito circa questo fluido : i limiti che mi ho prescritto in queste Lezioni non mi permettono di maggiormente diffondermi su questa parte ; e perciò passo ad un' altra proprietà dell' aria, ch' è pur molto importante, per le applicazioni che se ne possono fare. Proverò con fatti che le materie le più combustibili non possono infiammarsi, fuorchè in un' aria libera ; e che quando infiammate sono, prontamente si estinguono nel vuoto.

XII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Pongasi su la piastretta d' una macchina pneumatica, e sotto un grande recipiente, una grossa candela ben accesa, *Fig.* 30. e si metta in opera l' istrumento.

EFFETTI.

L' effetto sarà, che secondo che si rarefà l' aria, la fiamma si diminuirà di volume, e dopo alcune pinte dello stantuffo, si estinguerà affatto.

XIII.

XIII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

AB, Fig. 31. sono due pietre focaje, portate da due piccioli stanti diritti e con molla; i quali sono posti, e fermati su la piastretta d' una macchina pneumatica, per mezzo d' un picciolo telajo di metallo, fisso nel centro, e nel quale essi stanti, o paletti diritti, e perpendicolari scorrono, per approssimarsi più o meno l' uno all' altro; C è un di quei bossoletti di pelli, de' quali abbiam parlato di sopra, e il cui gambo sta ingaggiato da una parte nell' asse della carrucola D, e porta nell' altra sua estremità, e fra le due pietre, un brochieretto d' acciajo temperato, imperfettamente ritondo. Quando si fa girare la ruota grande EF, il moto si comunica per le carrucole d' incontro G, G, D, fino in C; e si trasmette per lo gambo nel recipiente; e il brocchieretto d' acciajo, sfregando allora fortemente nelle due pietre che sono taglienti, fa l' uficio d' un vero acciarino.

EFFETTI.

Finchè l' aria del recipiente è nel suo stato naturale, lo sfregamento od attrito dell' acciajo nelle pietre, fa nascere un gran numero di scintille risplendentissime: a misura che l' aria si rarefà per l' azione della tromba, queste scintille scemano di numero, e di splendore; quando l' aria giugne agli ultimi suoi gradi di rarefazione, appena se ne vedono alcune, e queste con un colore smorto: finalmente, quando il vuoto è quanto grande può essere, non se ne vede più alcuna; ma poi ricominciano se si fa rientrar l' aria nel recipiente.

XIV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In un grande recipiente, *Figura* 32. munito, come il predetto nella XIII. Esperienza, d' un bossoletto di pelli, si ferma nell' istessa maniera, che le pietre focaje, un telaretto di metallo, nel quale si muove sur due perni la piccola ampolla di vetro H; mettonsi in questo piccolo vase alcuni grani di polvere da archibugio; e nel centro della piastretta, sopra un pezzo di mattone, un vaso assai grosso di rame K, che col fuoco si è fatto rovente; quindi con tutta prontezza si fa il vacuo; e quando l'aria è estremamente rarefatta, abbassandosi il gambo I, si preme sulla boccuccia dell' ampolla, la qual s' inclina, e getta la polvere nel vaso ardente.

EFFETTI.

La polvere, in vece d' infiammarsi, e di fare la sua esplosione ordinaria, si dissipa in fumo, e senza scoppio; ovvero, non appare al più, se non se una picciola fiamma smorta, e strisciante.

SPIEGAZIONI.

E' un' opinione ricevuta in Fisica, che la fiamma consista in un moto di vibrazione, impresso alle parti del corpo combustibile, che si dissipano sotto la forma d' un fluido sottilissimo. Ammessa questa supposizione, ch' esamineremo, quando tratteremo della natura del fuoco; s' intende facilmente, perchè i corpi non s' infiammano nel vacuo, e perchè la fiamma quivi si estingua; imperocchè un moto di vibrazione non può durare fuorchè in un mezzo elastico, capace d' una reazione che lo mantenga: così la can-

candela s'estingue a poco a poco, a misura che si rarefà l'aria del recipiente; perchè la molla del fluido ambiente si diminuisce come la sua densità, e le vibrazioni della fiamma non provano più tanta reazione dal fluido aereo. Per la stessa ragione, la polvere, che si fa cadere sopra il metallo ardente, non produce altro che fumo nel vuoto, o al più una fiamma debolissima, che muore subito.

Giova però avvertire, che quest'ultima prova non si debbe fare se non con alcuni grani di polvere solamente, come si è detto nell' articolo della Preparazione; imperciocchè il solfo, ed il sal nitro abbruciati producono dell'aria nel recipiente; e se ne impiegassimo una quantità, quello che alla fine ne cadesse nel vase ardente, prenderebbe infallibilmente fuoco, e potrebbe scoppiar con pericolo.

Le scintille, che nascono dalla percussione dell' acciajo nelle pietre focaje taglienti, sono particelle del metallo, che si distaccano dalla massa per la violenza del colpo, che si riscaldano, fino a divenir rosse, e per lo più fino a fondersi; di che è facile restar convinto, ricevendole sopra una carta bianca, che poi si esamina con un microscopio; imperocchè tutti que' piccoli pezzi d' acciajo appajono come tante pallottoline liscie, il che dinota visibilmente, che sono stati messi in fusione, e che si son rotondati: come avviene a tutte le materie liquide, che nuotano in piccola quantità in un mezzo fluido.

Si può osservare che molte di queste scintille risplendono e scoppiano nell' aria, rappresentando un fuoco molto più bello e vivo dell' altre; e son quelle che passano oltre la fusione, e che s'in-

fiam-

fiammano fino alla dissipazione di parti; elleno si distinguono facilmente su la carta dal loro colore ch' è più bruno, e perchè sono friabili, come la scoria del ferro.

Il Muschenbroechio, dopo il Boile, l' Hughens, e molti altri Fisici, ha fatte moltissime prove sopra l' accendimento de' corpi nel vacuo; e se ne può vedere la descrizione ne' suoi Commentarj su le sperienze Fiorentine, *pag.* 74. *e segu.* Questa lettura sarà utilissima a coloro che si danno allo studio della Fisica: non senza dispiacere io m' esimo quì dal riferirle.

APPLICAZIONI.

Poichè la fiamma non può nascere e mantenersi, fuorchè in un mezzo elastico, maraviglia non ci dee prendere, se una candela accesa, od un carbone ardente si estingue, allorchè viene immerso ne' liquori i più infiammabili, come sono lo spirito di vino, e gli olj; e che l' una o l' altra appicchi in un subito il fuoco a questi medesimi liquori, quando son ridotti in vapori. Imperocchè in quest' ultimo stato eglino sono misti con l' aria, e formano con essa un fluido elastico, capace per conseguenza d' una reazione, quale abbisogna per mantenere l' accendimento; laddove nello stato di liquori son eglino così poco compressibili, che si dee riputarli sprovveduti del grado d' elasticità necessaria.

Il fuoco arde e abbrucia molto meglio, e il legno si consuma molto più prontamente ne' gran freddi, che in qualunque altro tempo: probabilmente perchè l' aria è più densa, ed ha più d' elaterio, ed al contrario si osserva, che uno scaldino pieno di carbone acceso, si estingue pre-

sto, s' è esposto ai raggi del Sole, massimamente nella State.

Che si debb' egli credere di quelle lampade sepolcrali degli antichi, le quali, se prestiam fede ad alcuni autori, ardevano per più secoli senz' estinguersi? Un fuoco che non consuma il suo alimento, e che si mantiene in luoghi, dove l' aria non si rinova, pieni di crassi vapori, è una maraviglia, di cui bisognerebbe verificar l' esistenza con prove più positive di tutte quelle, che ne abbiamo, prima di addossarsi l' assunto d' una spiegazione, che si stenterebbe a rendere plausibile. Imperocchè non basta che vi sia dell' aria attorno delle materie infiammate, per mantenere il fuoco, bisogna in oltre che quest' aria sia libera, e che abbia una certa purità: ed ecco perchè gl' incendj ordinariamente cessano, quando cominciano in luoghi che si possono otturare da tutte le parti, se per altro le parti sono capaci di resistere agli sforzi dell' aria e de' vapori che si dilatano al di dentro.

Quantunque un' aria rinnovata mantenga la fiamma, ed ecciti l' infuocamento, nulladimeno il soffio della bocca, o il vento estingue una candela, perchè dissipa le parti della fiamma, e separa il fuoco dal suo alimento: ogni volta che non segue tale dissipazione, la fiamma non solamente non cessa, ma s' aumenta.

Debbo ancora avvertire, che non si hanno da destare le infiammazioni nel vuoto, se non con molti riguardi: e massimamente quelle che debbon nascere dalla fermentazione: imperocchè, essendo i liquori, che a tale effetto destinansi, tanto più attivi, quanto son meno rattenuti, e

sfor-

sforzati dal peso dell' atmosfera, la loro esplosione debb' essere naturalmente più gagliarda nel vuoto che altrove; o sia che producano, fermentando, una grande quantità d' aria, il cui elaterio subito dispiegasi, siccome è paruto ad alcuni Fisici (Slare, nelle Lezioni di Fisica di Cotes, 16. Lez.); o, ch' essendo ridotti in vapori, si dilatino per il loro proprio accendimento. Tuttochè io non disapprovi la prima di queste due spiegazioni, credo però, che si ritroverà maggiore verisimiglianza nella seconda; quando averò fatte vedere altrove i prodigiosi sforzi, onde capaci sono i vapori dilatati.

Noi abbiamo scorse fin ad ora le principali proprietà dell' aria che circonda i corpi; ma questo fluido s' incontra parimenti nell' interno de' corpi medesimi, ne riempie i vacui, entra, per così dire, nella loro composizione, come l' acqua d' uno stagno o d' un fiume penetra il legno, e le pietre, che vi sono immerse, ed ha il suo luogo nelle concrezioni che ivi si formano.

In qualunque stato che sieno i corpi, vi si attrova dell' aria; i liquori ne contengono molta, i corpi solidi, per la maggior parte, ne hanno ancora di più; ed il maravigliosо si è, che sopra tutto in questi la quantità d' aria che vi si attrova rinchiusa, eccede bene spesso 100. o 150. volte il loro volume, quando è da essi sviluppata, nè è più ritenuta fuorchè dal peso dell' atmosfera.

Si può tor via l' aria da un corpo in quattro maniere differenti; 1. tenendolo qualche tempo nel vuoto; 2. facendolo forte riscaldare; in 3. luogo, dividendolo, e disunendo le sue parti, per

via di fermentazione, di dissoluzione, o di distillazione: ed in 4 luogo finalmente, facendolo passare dallo stato di liquidità, a quello di solidità, come quando si fa gelar l' acqua. Co' due primi mezzi, e forse col quarto, si sviluppano solamente le parti più crasse dell' aria, cioè quella ch' è ne' pori più aperti, e che ha una disposizione più prossima a stendersi e dilatarsi. Col terzo modo, si separano le parti più piccole, quelle, che una somma tenuità rende quasi inflessibili, e che allor solo diventano sensibilmente elastiche, quando sono molte insieme riunite e raccolte, per formare de' globetti un po' più grossi; imperocchè si può credere, che le lamine componenti una massa d' aria, non sono corpi semplici, ma piccoli composti d' elementi più corti; e ch' elleno sono tanto più dure e rigide, quanto sono più divise; siccome una lamina d' acciajo perde della sua flessibilità, a misura che si diminuisce la sua lunghezza. Può darsi, che l' aria, ch' entra nella composizione de' misti, e che concorre alla formazione delle loro parti integranti, sia divisa fino alle sue particelle elementari, e che perciò appunto ella sia molto diversa da quella, che riempie solo i vuoti, od i pori di queste istesse materie.

A quest' aria estratta da' corpi, il Boile, e dopo lui il Sig. Hales, hanno dato il nome di *fattizia*; non già ch' eglino abbian creduto, che si potesse far dell' aria con la conversione d' una materia in un' altra; ma perchè quella ch' esiste in un dato corpo, e ch' è intimamente con esso framischiata; si revivifica, dirò così, ordinariamente con l' ajuto dell' arte. Si può vedere nelle Ope-

re

se de' citati due Autori (*a*) la descrizione particolare delle Sperienze, ch' eglino han fatte su questa materia, e le conseguenze, che ne han dedotte. Io quì mi ristrignerò ad alcuni esempj, che potranno bastare per dare un' idea di quest' aria fattizia, delle qualitadi ch' ella ha, e degli effetti, ond' ella è capace.

XV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Convien mettere in un bicchier di vetro, con dell' acqua chiara, un pezzo di legno o di pietra, una noce, un ovo, o qualunque altro corpo solido e poroso, di maniera che stia sommerso affatto; lo che faràssi agevolmente col mezzo d' un piombo, che gli si unirà, se le materie, che s' hanno da immergere, saran più leggiere dell' acqua. Cuoprest il tutto d' un recipiente sopra la piastretta della macchina pneumatica, e si fa oprar la tromba per rarefar l' aria. *Fig.* 23.

EFFETTI.

Ad ogni pinta dello stantuffo: si potrà osservare ch' esce una gran quantità di bollicole d' aria dal corpo immerso; e quando egli s' aprirà dopo tale prova, troverassi penetrato e riempiuto d' acqua, più di quello ch' essere il potrebbe con una semplice immersione.

SPIEGAZIONI.

L' aria ch' è rinchiusa ne' pori del legno, della pietra, ec. è per lo meno così densa come quel-

(*a*) *Boyle*, *Esperim. Phys. Mechan. continuatio*, *Hales*, *Stat. des Veget. ch. 6.* e nell' appendice, Esp. 2. e segu.

la dell' atmosfera, di cui suole sostenere il peso; dacchè questa pressione è tolta, o diminuita con l' azione della tromba, cotest' aria si dilata in virtù del suo elaterio, il suo volume cresce, e non potendo più annicchiarsi in quegli piccoli spazj, dov' ell' è, scappa nell' acqua, e si fa visibile sotto la forma di piccoli globetti, che prontamente si sollevano, a cagione della loro leggierezza rispettiva.

L' aria che passa dal corpo solido nell' acqua che lo circonda, si forma in piccole bolle; e quest' effetto segue generalmente in ogni fluido, che trovasi immerso in un altro fluido, col quale stenta a mescolarsi; probabilmente perchè le sue parti egualmente premute d' ogn' intorno, tendon ad un centro comune. So bene, che contro questa ragione si obbietta, che le gocce d' acqua o di mercurio restan rotonde nel vacuo Boileano; ma so altresì, che questo vacuo non è tale, se parlar vogliamo propriamente; nè altro si può pretendere alla fine, se non che ivi sia minore che altrove la pressione; ma l' effetto, di cui si favella, dipende assai meno da una pressione più o men grande, che da una pressione eguale da ogni parte, la qual non può negarsi in un vase, dove si sa che l' aria grossiera non è se non rarefatta, e nel quale tutti convengono, che vi sia sempre un fluido, indipendentemente da quello che uscir si fa coll' azion della macchina pneumatica.

Quando si introduce l' aria nel recipiente, l' acqua del bicchiere si trova più compressa, di quel ch' ell' era nell' aria rarefatta; ella pesa per conseguenza d' avvantaggio sopra tutta la superficie del corpo immerso. L' aria ch' è stata rarefatta ne' pori di questo, cedendo a questa nuova pres-

sio-

sione, si ristrigne in un minore spazio, e l'acqua va ad occupare i vuoti che l'aria ha lasciati. Ecco perchè questi corpi aperti dopo la sperienza, appajono penetrati o ripieni d'acqua.

XVI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si mette, sotto il recipiente d'una macchina pneumatica, un bicchiere di vetro più lungo che largo, e pieno fino a due terzi di birra, di latte, di spirito di vino, o d'acqua un po' tepida, e si fa oprar la tromba.

EFFETTI.

A misura che l'aria del recipiente si rarefà, quella, ch'è contenuta nel liquore, sviluppasi; e s'innalza alla superficie in forma di bollicole, che crescono sempre più in numero e in grandezza; quelle dello spirito di vino, e dell'acqua fanno un'ebullizione che dura per qualche tempo; e se si continua a fare il vuoto, quest'effetto cessa finalmente, e non si vede più uscir aria: la birra ed il latte si sollevano in schiuma, e si spargono fuori del vase. Vedi la *Fig.* 34.

SPIEGAZIONI.

Anche sopprimendo appunto la pressione dell'aria esterna, si dà adito a quella, ch'è diffusa nel liquore, di svilupparsi; imperocchè non essendo più caticata come prima, ell'acquista un maggior volume; e la sua leggerezza rispettiva più possente allora, che l'attrito e le altre cause rendenti a rattenerla, non manca di sollevarla verso la superficie.

Quanto più è il liquore facile a dividersi,

tanto più le bollicole d' aria ſollevano prontamente, e tanto più altresì s' ingrandiſcono, perchè trovano men di reſiſtenza da vincere; e però, quando il recipiente è evacuato ad un certo ſegno, lo ſpirito di vino, e l' acqua tepida, che ſono fluidiſſimi, laſciano tutt' in un tratto ſcappar l' aria loro, che ſollevarli in onde, o gorgogli. La birra ed il latte al contrario eſſendo liquori viſcoſi, non ſi dividono ſe non difficilmente: le bollicole d' aria, che vi formano reſtano involte da veſcichette, e ſi ſollevano lentamente; e però che queſte veſcichette altro non ſono, che le parti ſteſſe del liquore, che ſtentano a ſepararſi, le bollicole d' aria, traſportandole, vuotano il vaſe.

APPLICAZIONI.

Molti s' immaginano, che i corpi generalmente ſi conſervino lunghiſſimo tempo nel vuoto; ma ciò non è vero affatto. Quelli bensì che di lor natura atti ſono a dividerſi mercè l' evaporazione d' una parte della loro ſoſtanza, od a corromperſi per l' umidità, che potrebbe penetrarli, periſcono d' ordinario men preſto nel vuoto che nell' aria libera, perchè non ſono più attorniati da un fluido, che fa, come abbiam detto (*Tom. II. pag.* 80.), la funzione d' una ſpugna o di un aſſorbente, e ch' è ſempre carico di vapori; ma non è così di que' corpi, che portano in ſe ſteſſi un principio di fermentazione; imperocchè primieramente nel perdere l' aria, che riempie i loro pori, più libero diventa il moto inteſtino delle loro parti; in ſecondo luogo, queſta libertà creſce ancora per la ſoppreſſione del peſo, e dell' elaterio dell' aria eſterna; il che mi fa crede-

dere, che le materie di quest' ultima spezie meglio si conserverebbono in un' aria compressa, che nel vuoto.

Il vino di Borgogna, quando ha passato l' Alpi, non ha l' istesso corpo, che quello che si beve in Francia; pare meno colorato e più scintillante: potrebbe forse ciò avvenire, perchè passando l' Alpi, che son alte montagne, dove la pressione dell' atmosfera è men grande che nel piano, avesse un poco patito, mercè d' un qualche principio di fermentazione? Io lo sospetterei tanto più facilmente, quanto che avendo tenuto una fiata per alcuni giorni in un' aria poco rarefatta, una bottiglia di vino, nel turacciolo della quale avevo fatto un piccolo foro, lo trovai un po' indebolito, e simile appresso a poco a quello che avevo assaggiato in Piemonte. Debbo tuttavolta soggiugnere, che molte persone degne di fede m' hanno accertato, che il vino di Borgogna, che va per mare in Italia, è soggetto a simili cambiamenti: il medesimo effetto può essere prodotto da diverse cagioni.

L' aria che si sviluppa da un liquore, ne accresce necessariamente il volume, sin che ne sia affatto uscita, perchè i globuli insensibili ch' erano allungati ne' pori, riunendosi molti assieme, formano masse più grandi, che occupano nuovi luoghi nel liquore: come, se l' acqua che senza difficoltà si fa entrare in un bicchiere pieno di ceneri o di arena, tutt' in un tratto si convertisse in molti piccoli diacciuoli della grossezza di un cece, ben si capisce che la massa totale allora sarebbe sì grande che non potrebbe essere contenuta nel medesimo vase. L' aria

si svi-

si sviluppa parimente ne' liquori che fermentano, e lo sforzo ch' ella fa per aumentare il volume, fa rompere bene spesso i vasi che li contengono.

E' inutile propor quì alcuna esperienza, per provare che si può far uscir l'aria d' una materia, facendola scaldare fortemente; noi abbiamo tuttodì sotto gli occhi assai esempj di questo secondo metodo, nella preparazione de' nostri alimenti; si sente, e si vede anco uscir l'aria dalle vivande, e da' frutti che si fan cuocere, dal legno verde, che si mette sul fuoco, dall' acqua, e dagli liquori, che si fan bollire. Le prime ebullizioni, o i primi gorgogli devono essere attribuiti alle parti più grossiere dell' aria, che dilatate dal calore in un fluido, che si dilata egli stesso, crescono in volume, e sollevano con violenza ciò che s' oppone alla loro estensione, ed alla loro ascesa. Dico i primi gorgogli; imperocchè mostrerò parlando del fuoco e de' suoi effetti, che un liquore, che continua a bollire fin all' intera evaporazione, nol fa in virtù d' una quantità d' aria tanto considerabile, che dia materia fino alla fine dell' ebullizione. Ma quando l'aria esce da un liquore, che si riscalda, vedesi appresso a poco l' istesso effetto, che nel vuoto; le bollicole che si formano, tanto più durano fatica a svilupparsi, quanto è più difficile a rompere o a distendere la materia che le inviluppa; elleno si separano dunque, e si sollevano più lentamente nel latte, che nell' acqua, e l'azione del fuoco che tende a dilatarle, opra più lungo tempo sopra ciascheduna, e nel medesimo tempo sopra un maggior numero; il perchè, tali liquori, come pure il burro, le resi-

ne

ne e le gomme liquefatte, a poco a poco si gonfiano, e ingannano con subite effervescenze di sommo pericolo, quelli che poco ci badano nel riscaldarle.

In quella guisa appresso a poco, che l' acqua esce da una spugna ammollata, la quale si spreme, l' aria altresì si sviluppa da tutte le materie, le cui parti si ravvicinano e si condensano fortemente: di rado ce n' accorgiamo ne' solidi, perchè essendo comunemente immersi nell' aria dell' atmosfera, quella ch' esce dal loro interno, si mescola immadiatamente con un fluido simile a sè stessa, e che per questa ragione toglie, che non si distingua; solo premendo cotesti corpi nell' acqua, o in altro liquore, si può uno accertare dell' effetto, di cui favelliamo.

I liquidi, che si gelano, sprovvedonsi anch' essi dell' aria, che contengono a misura, che le loro parti si ravvicinano; e quando quest' aria, ch' era disseminata ne' pori in particelle insensibili, trovasene esclusa, si raccoglie in più bollicole, e piglia diverse forme nella massa, s' ella vi si trova rinchiusa e ritenuta dai progressi troppo rapidi della congelazione. Io potrei chiamar quì in prova i fenomeni del ghiaccio; ma sarà tempo di farne menzione quando tratterò dell' acqua, e de' suoi stati differenti.

L' ultimo metodo, e quello ch' è forse il più efficace di tutti, per separar l' aria dalle materie con le quali è mischiata, è la divisione delle loro parti sopra tutto se questa divisione giugne fino a decomporle, e disfarle, come avvien di ordinario, quando si fa putrefare, fermentare, distillare od ardere i corpi misti.

Che

Che la quantità d' aria, che così si cava, e guagli quasi il volume de' corpi, da' quali ell' esce, è una maraviglia, la qual non s' è dovuta credere se non dopo l' esperimento; ma che quest' aria estratta e sottomessa al peso dell' atmosfera, superi un gran numero di volte la grandezza di que' medesimi corpi che la contenevano, non possiam senza stupore intenderlo; e saremmo tentati a dubitarne, se gli Autori più accreditati, da' quali s' è apparata questa scoperta, non avessero convalidate le loro testimonianze con distintissime, e particolari circostanze, onde ci hanno descritte le loro prove. Quelli de' Signori Mariotte, ed Hales mi son sembrate le più decisive; ne' loro scritti ho prese le prove seguenti; il Lettore, che vorrà aver la briga di cercarle in fonte, vi troverà un gran numero di fatti, quai più, quai meno curiosi, e che unitamente verificano la dottrina, che ho quì esposta.

XVII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 35. rappresenta una tazza di metallo assai sottile, nel fondo della quale si è lavorato a bello studio un piccolo concavo profondo, il quale si riempie con una grossa goccia di acqua; quindi si versa dell' olio, fin all' altezza d' un dito traverso, e cuoprest la goccia d' acqua con un piccolo vase di vetro che ha la forma, e appresso poco la grandezza d' un ditale da cucire, ponendo mente, ch' egli sia pieno d' olio, lo che è facile di fare inclinandolo nella tazza, avanti che collocarlo ritto in piedi.

EFFETTI.

Se si tiene la tazza sopra una candela, o sopra una lampana accesa, per far riscaldare la goccia d'acqua, 1. a poco a poco di là s'alza una gran quantità di picciole bolle d'aria, le quali, quando tutto è raffreddato, occupano nel vase di vetro uno spazio più grande, (*a*) che il volume della goccia d'acqua dond' elleno sono uscite; 2. l'olio che resta nel piccolo vase di vetro, perde la sua trasparenza, raffreddandosi.

SPIEGAZIONI.

A misura che la goccia d'acqua si riscalda, le parti si scostano un poco l'une dall'altre; i pori, o piccoli intervalli, che sono fra esse, si dilatano; le particelle d'aria che trovavansi ritenute, diventano più libere, e la loro leggerezza respettiva basta allora per svincolarle intieramente, e per elevarle nella parte superiore del piccolo vase di vetro. Ma quello che ancor più ajuta tale separazione, si è, che il medesimo calore che dilata la goccia d'acqua, dilata ancora le picciole bolle di aria; ed il loro volume, considerabilmente accresciuto, le rende tanto più leggiere, e per conseguenza tanto più atte a sollevarsi al di sopra dell'acqua e dell'olio. Si può aggiugnere ancora, che la liquidità dell'acqua e dell'olio cresce per l'azione del fuoco; che l'attrito e la viscosità si diminuiscono altrettanto: lo che dà adito alle bollicole d'aria di svilupparsi, e di salire più facilmente.

La

(*a*) Il Sig. Mariotte dice 8 o 10 *volte più grande*: pur avendo io ripetuta quest' Esperienza molte fiate e attentamente, non ho mai trovata tant' aria su la sommità del piccolo vase.

La colonna d'olio che cuopre la goccia d'acqua, diventa opaca, perchè il calore vi solleva il vapor dell'acqua, che si mescchia colle parti dell'olio, e che forma con esse alcune molecule, l'adunamento delle quali divien meno permeabile alla luce: o perchè i pori di questo liquido composto sono meno diretti, che nell'acqua o nell'olio separatamente, o perchè le sue parti diventano troppo grossiere. Quest'ultima ragione (che non esclude l'altra), pare tanto più probabile, quanto che quest'olio medesimo caricato d'acqua, e divenuto opaco, ripiglia quasi la sua prima trasparenza, quando si fa scaldare di nuovo; senza dubbio, perchè allora le parti attenuate dall'azione del fuoco lasciano alla luce un più libero passaggio.

XVIII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La preparazione di questa Esperienza si fa appresso poco, siccome quella della precedente, eccettuato solo, che s'adoprano vasi più grandi, e che in vece d'una goccia d'acqua al fondo dell'olio, si mette in acqua tepida un piccolo cilindro di zucchero comune eguale alla parte AB, presa interiormente. *Fig.* 35.

EFFETTI.

A misura che il zucchero si liquefà nell'acqua, se ne veggono uscire delle bollicole d'aria che salgono verso la parte superiore del vase, e quando la dissoluzione è fatta, la quantità d'aria che s'è sollevata, eguaglia bene spesso li $\frac{2}{3}$ o li $\frac{3}{4}$.

SPIEGAZIONI.

L'acqua calda, penetrando il zucchero, disuni-

nisce le sue parti, e le suddivide; allora le piccole bolle d'aria, ch' elleno rinchiudevano, essendo come isolate, si sollevano a traverso dell' acqua, ch' è sempre molto più pesante. La quantità di queste particelle d'aria, è diversa, secondo la qualità del zucchero, e secondo la soluzione più o meno perfetta della sua massa: ma si può sempre paragonare il volume d' aria ch' è uscita, con quello del zucchero che si è fatto fondere, poichè lo spazio A B serve di misura comune all' uno ed all' altro.

XIX. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Bisogna congiungere la retorta A B, *Fig.* 36. con entro qualche materia da distillare, al matraccio A C per mezzo d' un certo luto, che a un mediocre calore non si disfaccia, e che non si disciolga tampoco ad una leggiera umidità. Questi due vasi essendo così uniti, nel collo del secondo bisogna introdurre un ramo del sifone E D F, per un foro fatto nel fondo del vase; s' immerge poscia il matraccio ed il sifone nell' acqua, affinchè il primo s' empia per D fin all' altezza F; lo che fassi agevolmente per mezzo del sifone, che permette all' aria di sfuggirsene: si toglie poscia questo sifone, e l' acqua resta sospesa all' altezza F, per la pressione dell' atmosfera che adopera sopra quella della conca. Finalmente si scalda la retorta, ponendola sopra un fornello disposto ad un' altezza convenevole. Se le materie, che si distillano, mandano aria, un se n' accorge, perchè il volume di quella, ch' è chiusa in A F, cresce; se al contrario elle-

leno, ne assorbiscono, come in certi casi si vede, la diminuzione di questo medesimo volume d'aria il dimostra. E se si vuole paragonare la quantità d'aria mandata fuori, o assorbita, con quella delle materie, messe nella retorta, si può venirne a capo, riducendo a una nota misura, come al pollice cubico, per esempio, quel che si mette nella retorta; imperocchè dopo la distillazione, si potrà vedere quanti pollici cubici d'acqua abbisognino per empire lo spazio occupato dall'aria, in più al di sotto, ed in meno al di sopra di F.

Ma questo volume d'aria, che si vuol misurare, non dee misurarsi, se non quando tutto è raffreddato allo stesso grado, ch'era quello della parte AF, nel momento che si è cominciata l'esperienza; imperocchè si sa quanto alcuni gradi di calore di più o di meno possono far variare le dimensioni di questo fluido; e per non aver quì errore considerabile da sospettare, bisognerebbe chiudervi un piccolo termometro dilicatissimo.

Un'altra attenzione, che si debbe avere, se si vuol procedere con esattezza, si è, considerare l'altezza del barometro, sul principio e sul fine dell'esperienza, per accertarsi, se il peso dell'atmosfera abbia variato nel tempo dell'operazione, imperocchè è certo, che il volume d'aria contenuto nel collo del matraccio debbe crescere, o scemare, secondo che l'acqua vi sarà spinta più o men alto, per la pressione dell'aria esterna sopra la superficie della conca.

Finalmente se si trattasse d'una esattezza scrupolosa, si dovrebbe in oltre considerare, che la co-

colonna d' acqua, che resta al di sopra del livello, o ch' è portata al di sotto, per la quantità più o men grande dell' aria che occupa il collo del matraccio, impedisce, che quest' aria sia mai d' una densità perfettamente eguale a quella dell' aria esterna; ma per buona ventura nella maggior parte di queste prove, si può contentarsi d' un appresso a poco; ed il Fisico deve spesse fiate non far conto delle minuzie, affine di non perdere il coraggio nelle sue ricerche.

EFFETTI.

Con metodi, ed operazioni simili a un di presso, a quella, che ho poc' anzi descritta, il Sig. Hales (*Stat. des Vegetab. chap.* 8.), avendo poste alla prova ogni fatta di materie animali, vegetabli, e minerali, solide, e liquide, ha trovato, per esempio, che un pollice cubico di sangue di porco distillato fino alle scorie secche, producea 33 pollici cubici d' aria.

Che la metà d' un pollice cubico della cima della corna d' un daino dava 117 pollici cubici d' aria; lo che facea un volume 234. volte più grande, che quello della materia distillata.

Che d' un mezzo pollice cubico di legno di quercia, n' uscivano d' aria 128. pollici cubici.

Che d' un pollice cubico di terra vergine, venne nella distillazione 43. volte altrettanto d' aria.

L' Autore medesimo trovò, che l' acqua forte, il solfo, e più altre materie piuttosto che dar dell' aria, ne assorbivano, cioè, che dopo la distillazione, il volume d' aria contenuto in A F, trovavasi meno grande, di quel che fosse avanti l' esperienza.

SPIEGAZIONI.

Quando si distilla una materia, l'azione del fuoco divide le sue parti, le riduce, e le solleva in vapori. Le particelle d'aria che si trovano nella massa, restando isolate per la sua divisione, e per la sua evaporazione, s'unisconо col volume d'aria ch'è racchiuso nella retorta e nel collo del matraccio, e questo volume è altrettanto cresciuto: quindi avviene, che la superficie dell'acqua s'abbassa comunemente al disotto di F.

Ma se la materia che distilla, è di tal natura che l'aria si unisca a lei più facilmente e più fortemente, che unir non si può con altr'aria, non solamente questa materia non si scarica delle particelle d'aria, ch'ella contiene, ma acquistando più di superficie per la sua divisione, si appropria ancora nuove parti d'aria, passando per lo spazio A F; e l'acqua si solleva altrettanto, per occupare il posto dell'aria assorbita.

Quello che si stenta a comprendere, si è, che possa alluogarsi una tanta quantità d'aria in certe materie, senza che vi appaja compressa, quanto bisognerebbe che fosse, e si volesse ridurla ad un così piccolo volume, quando una volta è sviluppata; imperocchè di qual forza, non sarebbe d'uopo per ristrignere nello spazio d'un semipollice cubico 234. volte altrettant'aria simile a quella dell'atmosfera?

Questo fenomeno, c'insegna, che l'aria intimamente mescolata con altre materie, è ivi in uno stato affatto differente da quello, in cui la vediamo, quando n'è sviluppata: qual è dunque coteſto stato dell'aria nell'interno de' corpi? E co-

come ne riceve ella un altro, quando da essi sviluppasi?

Si può supporre, come hanno fatto molti valenti Fisici (a) de' nostri giorni, che le parti dell' aria, quand' ella è intimamente mischiata con qualch' altra materia; non si tocchino più, e che sieno immediatamente applicate alle parti del corpo che le contiene, come farebbon de' piccioli peli, o de' filetti di cottone, che, per esempio, involgessero de' grani di sabbia, o che fossero alluogati separatamente negl' intervalli, che si trovassero da riempire tra questi medesimi gran raccolti in una massa; imperocchè, quantunque molti bricioli di bambigia insieme formino ordinariamente una piccola fiocca flessibile, e che occupa uno spazio sensibilissimo, a cagione di tutti i vuoti che fan parte del suo volume; ben si capisce tuttavolta, che ne occuperebbe incomparabilmente meno colla sua materia propria, e se a' suoi vacui ripieni di un' altra sostanza non contribuissero più alla sua grandezza. Si dee pure concedere, che la sua flessibilità, e per conseguenza la sua molla, o il suo elaterio, sarebbe di niun conto, e come zero, se ciascun de' suoi piccioli fili fosse sostenuto da un corpo duro, come succederebbe infallibilmente, se lo spazio dall' uno all' altro fosse riempiuto da una materia solida.

Questa ipotesi è tanto più verisimile, quanto che non pare che l'aria contribuisca punto alla compressibilità de' corpi, nè alla loro dilatabilità; lo spirito di vino de' termometri, purgato d' aria

(a) M. Mairan, Dissert. sul Ghiaccio. Mariotte, Saggi sopra la nat. e le propr. dell' aria.

(Hist. de l' Acad. des Sc. 1731.), non appare nè più nè meno di prima sensibile, al crescere del freddo o del caldo; ed i corpi, tenuti nel vuoto, sono affatto egualmente compressibili, come prima, tuttocchè siasene veduta uscire una quantità d' aria molto notabile. L' aria nell' interno de' corpi è dunque, come dice Sig. il Hales, in uno stato di fissezza; ed allora eziandio, che da essi sviluppasi, non acquista punto di molla, se porta via seco qualche sostanza straniera, che l' impedisce l' unirsi con altr' aria; imperocchè in questo solo ultimo stato, ella può essere flessibile ed elastica.

Questo discorso è per verità appoggiato a fatti incontrastabili; contuttociò, vi ha degli altri fatti, i quali non sono nè meno certi, nè meno noti, ma che ci portano a discorrere affatto diversamente; quando una materia passa nel vuoto, o quando l' azione del fuoco o d' un dissolvente diminuisce, e toglie la coerenza delle sue parti, si vede subito l' aria svilupparsene; come non penseremo noi, che quest' aria era nello stato d' una molla tesa, e ch' ella aspettava soltanto per dispiegarsi, la soppression degli ostacoli, che ne l' impedivano?

Ecco quello che si può dire, per conciliare questi fenomeni, che pajono contraddirsi? L' aria, nella maggior parte de' corpi, trovasi sotto due stati differenti; i vacui più grandi, que' pori che comunicano insieme, la contengono in globetti, o, per dir meglio, in picciole colonne, che il peso dell' atmosfera ha condensate, e che per la continuità delle loro parti, hanno conservata la facoltà di estendersi e di portarsi fuori, quando vien a cessar la pressione esterna; l' altr' aria, mol-

molto più divisa, riempie solo de' pori isolati più piccioli, e la materia che la circonda, ha più di coerenza, che non ha l'aria d'elasticità. Per sviluppare e separare la prima, basta o accrescere grandemente il suo elaterio col calore, o levar l'ostacolo, che tien la sua molla tesa: questi due mezzi sono facili; primieramente, perchè la molla dell'aria tanto è più attiva, quanto è più grande il suo volume; in secondo luogo, perchè i pori che contengono coteste picciole colonne, sono aperti fino alla superficie. Non è così dell'altr'aria, bisogna, per estrarla, dividere il corpo fino nelle sue minori parti; e supponendosi questo fluido ridotto quasi ai suoi primi elementi, non si dee aspettar dal suo elaterio nulla, che ajuti questa separazione.

Questa supposizione giova a far concepire, come l'aria non rende nè più dilatabili, nè più compressibili le materie, con le quali è mescolata, quantunque ivi goda della sua elasticità; imperocchè 1. se i piccioli globetti contigui gli uni agli altri in tutta l'estesa di ciascun poro, vi si trovano contenuti quasi in una guaina, le cui solide parti si sostengono scambievolmente, questo canale compresso per di fuori, non riceverà niente della flessibilità dell'aria ch'egli racchiude, e per conseguenza il corpo intiero, che non è se non un aggregato di questi tubi, non sarà nè più nè meno compressibile, o che i suoi sieno d'aria pieni, o che ne sien vuoti. 2. Se queste colonne d'aria formate, e come gittate ne' pori, sono composte di globuli assai piccoli, come si debbe supporre; l'azione moderata del fuoco non potrà dilatarli se non pochissimo, ed il loro accrescimento non eccederà sensibilmente quello de' po-

ri, che si dilatano altresì per lo stesso grado di calore: così la massa totale non sarà nè più nè meno dilatabile, o contenga dell'aria elastica, o non ne contenga.

Ma quest'aria stessa, eziandio la più intimamente mescolata, quella che consideriamo come priva d'elaterio, perchè è sommamente divisa, n'è priva ella veramente punto? Le sue parti in vece di esser diventate troppo corte, e però non flessibili, chi sa che non si sieno più tosto ripiegate in se stesse, quanto è possibile che ciò loro avvenga? E la loro inflessibilità, non potrebb' ella forse venire dal non poter elleno più avvicinarsi maggiormente; appunto come un filo avvolto in una matassa, diventa un corpo duro, che si stenta a comprimere, e che, quando si svolge, occupa un luogo incomparabilmente più grande. Fermandomi su questa idea, apprendo la ragione, per la quale quest'aria estratta da' corpi prende un volume così notabile, ch'eccede due o tre cento volte quello di cui ella facea parte. La natura ha potuto accomodarsi di alcuni mezzi, per ristrignere così le particelle d'aria, ch'ella entrar fa nella composizion de' misti, e la coerenza di questi medesimi corpi, qualunque ne sia la cagione, è una potenza, che può bastare per resistere alla sua reazione.

Una ragione, che si può ancor aggiugnere per ispiegar questa prodigiosa estensione dell'aria estratta, si è, che quest'aria non è pura, ma un fluido composto, che ritien molto delle materie, donde egli esce; mi bastano per prove, gli effetti de' quali egli è capace: quell'aria che s'estrae dalla pasta fermentata, dalle frutta, e dalla maggior parte de' vegetabili, estingue il fuoco, soffoca

foca gli animali, e si fa sentire con un odor penetrante (*Boyle*, *Experim. Phys. Mechan. continu.* 2. *Hales*, *Stat. des Veget. p.* 152.); egli è dunque evidente, che quest' aria è caricata d' un vapore abbondante, che fa parte del suo volume; e altronde si fa, che tutte le sostanze che s' evaporano, si estendono portentosamente; perciò li 128. pollici cubici d' aria ch' escono da un mezzo pollice cubico di legno di quercia, si ridurrebbono verisimilmente ad una quantità molto men grande, se ne venisse separato ciò che contengono di straniero.

APPLICAZIONI.

Gli alimenti, così solidi, come liquidi, ch' entrano nello stomaco colla digestione, ivi si dividono, e si scompongono; per conseguenza si scaricano dell' aria in essi contenuta; quest' aria così sviluppata si raccoglie in bollicole, e piglia un volume molto più considerabile; non solamente perchè si sviluppa e si estende quand' ella è libera; ma ancora perchè vien sottomessa a un grado di calore assai grande, che dilata questo fluido tanto più, quanto è più ampia la sua massa.

Se l' aria, che si sviluppi così dagli alimenti nello stomaco, non trova esito libero per uscirne, preme e distende le parti che la rattengono; ed i suoi sforzi fan talora nascere de' dolori acuti, che si chiamano, *colica ventosa*, *o flatulenta*.

Quando niente al suo passaggio si oppone, ell' esce per la bocca, e cagiona quelle eruttazioni, per lo più ingrate e moleste, talor frequenti, secondo la qualità de' cibi presi, la lor quantità, le loro preparazioni, o secondo la disposizione attuale dello stomaco, che gli digerisce.

Questi ritorni del cibo dispacciono quasi sempre, quantunque si sien bevute o mangiate delle sostanze d'un odore per se stesse, e d'un sapore gratissimi; la digestione le divide, e l'aria che n'esala, ne porta via seco alcune particelle; ora negli alimenti più sani, vi sono delle parti, che quando dall'altre son separate, possono toccare i nostri sensi in una maniera spiacevole, ed anche perniciosa: il pane, e la pasta di formento, l'uva e le altre frutta ec. son cibi grati al palato di ognuno; e a più degli uomini non recano nocumento; nulladimeno l'aria che n'esce, quando si fanno fermentare, è infetta, e mortale.

Uno stomaco troppo carico d'alimenti è più incomodato, che un altro, da queste sorte d'esalazioni; la ragione n'è manifesta. Ma la qualità e la preparazione sono due cose, che han molto di parte a un tale effetto. In generale i liquori spiritosi e fermentati, come il vino, la birra, ec. tutti gli alimenti crudi, portano con essi una grandissima quantità d'aria, e si dee aspettare di sentire disagio, se si prendono senza moderazione.

Un uso moderato degli alimenti, non esenta nemmeno d'ognora dall'eruttazioni, e da' ritorni del cibo dallo stomaco alla gola; vediamo infatti delle persone non poche, le quali tuttochè sobrie, e caute, se ne querelano grandemente. Questo nasce senza dubbio, perchè vi debb'essere qualche umore vizioso, che occasiona una cattiva digestione. Secondo i nostri principj, questa digestione è cattiva per eccesso; imperocchè provenendone una maggior quantità d'aria, è manifesto che gli alimenti sono più divisi; e in simil caso si potrebbe forse dire, che si digerisce

trop-

troppo, ma procedendo in questo divisamento, io passerei i limiti del mio disegno; e questa è di quelle questioni, che io sottometto alla Facoltà di Medicina.

In certi tempi dell' anno il vino e la birra s' agitano e patiscono alquanto nelle botti, e ne' fiaschi; vale a dire, che si fa in essi una leggiera fermentazione; particolarmente, se questi liquori son mossi, o si ripongono in luoghi non abbastanza freschi. Quest'intestini movimenti dann' adito alle particelle d' aria di svilupparsi, e di salire alla superficie; e bisognando allora molto più di luogo all' aria, di quel che n' occupava prima, quand' era divisa e alluogata ne' pori, esce con dell' impeto, subito che si disturano i vasi, ed i suoi sforzi giungono fino a farli crepare, quando si trascura d' aprire un passaggio.

Ne' Laboratorj di chimica, gli operaj pongon molta cura di lasciare esito all' aria quando lotano i loro vasi: l' uso ha insegnato loro, che se non usassero questa avvertenza, cotesti vasi rischierebbono di scoppiare; quando tale accidente succede, si suole accusarne la massa d' aria, lasciata chiusa nel recipiente, e dilatata dal calore; ed in fatti questa causa v' ha anch' ella la sua parte; ma la rottura de' vasi proviene principalmente dalla quantità d' aria ch' esce dalla maggior parte delle materie distillate; imperocchè per l' ordinario, il distillatorio, o vase chimico rotondo, è capace di resistere agli sforzi dell' aria che vi si chiude, e che ivi soffre un grado mediocre di calore.

Quando si affonda una canna od un bastone nella creta, o nel loto, su la sponda d' un fiume, o d' uno stagno, comunemente si vede venir

mir su la superficie dell' acqua molte bollicole d' aria; quest' aria proviene senza dubbio dalle foglie, dai rami d' arbori, dalle piante, e da altri vegetabili, che si sono raccolti, e marciti nel fondo; ella vi resta chiusa e impedita, finchè le si apra qualche esito.

Se si fa uscir l'aria da una materia, senza disunire le parti, ponendola, esempigrazia, nel vuoto, dacchè ella si espone all' aria libera, ripiglia quel che le si è tolto, appresso a poco come una spugna che si empie sempre di acqua, ogni volta che nell' acqua s' immerge dopo d' averla spremuta. Il Signor Mariotte (Saggio sopra la nat. e le prop. dell' aria p. 163.) s' è accertato del fatto con una sperienza semplice del pari ed ingegnosa. Purgò egli dall' aria una certa quantità d' acqua, col farla bollire, e mettendola di poi per qualche tempo nel vuoto, n' empì un' ampolla, cui rovesciò in un vase pieno d' acqua, senza otturarla, osservando di far salire nella sommità una bollicola d' aria della grossezza di un' avellana; appoco appoco egli vide diminuirsi quest' aria, che finalmente disparve a capo di circa tre giorni; lo che gli diede a conoscere evidentemente, che l' acqua dell' ampola s' era di quell' aria imbevuta; quello ch' è seguito in riguardo all' acqua, seguirebbe senza dubbio in ogni altra materia; al più si potrebbe sospettare alcune varietà nella quantità d' aria che rientra, o nel tempo, ch' ella impiega a rientrare.

Essendo stato sforzato da alcune esperienze di un altro genere, nelle quali ero occupato, a dover sapere con più d' accuratezza, in quanto tempo l' acqua possa ripigliar l' aria, ch' ell' ha perduto con l' ebullizione, e con la soppressione

del

del peso dell' atmosfera, feci l' esperienza seguente.

XX. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

A, *Fig.* 37. è una caraffa, ch' io riempio d' acqua recentemente purgata d' aria, fino ai due terzi in circa della sua capacità: la otturo con del soghero, cui di nuovo cuopro d' uno strato di cera fusa e mescolata con della trementina, e traverso di questo turacciolo fo passare l' estremità del tubo di vetro B C D, ch' è ricurvo per due contrarj versi, e la di cui parte C D attaccata sopra una tavola graduata, o divisa in pollici e linee, è sostenuta verticalmente sopra un piede. Fo ancor passare a traverso del medesimo turacciolo il tubo d' un termometro, la cui palla è in parte immersa nell' acqua dalla caraffa. Pongo in appresso questa medesima caraffa in una secchia, ch' è piena d' acqua, siccome anco la parte C E del tubo: segno allora con un filo K, l' altezza del termometro, ed osservo nel barometro l' altezza del mercurio, nel momento che incomincio l' esperienza.

Disposto il tutto così, osservo di 12 in 12 ore l' ascesa dell' acqua nel tubo al di sopra del punto E; e per essere sicuro che l' aria è sempre di un' eguale densità tra l' acqua del tubo e quella della caraffa, a ciascuna osservazione avverto bene 1. di rimettere il bagno della secchia G H alla sua prima temperatura riscaldandolo o raffreddandolo, fin a che il liquore del termometro ritorni esi fissi al filo K. 2. Vedo quanto il mercurio siesi alzato od abbassato nel barome-

metro; e però che una linea di mercurio corrisponde a 14 linee d'acqua per il peso, le aggiungo o le diminuisco nella parte C D del tubo, affinchè la pressione dell'atmosfera resti sempre a un di presso la stessa.

La quantità d'acqua che si solleva al di sopra del punto E, indica, come ben si vede, il volume d'aria che rientra nell'acqua della caraffa; e dopo l'esperienza, si può paragonare questo volume d'aria con quello dell'acqua, nella quale rientra, misurando con una canna che nella sua figura procedendo va gonfiandosi, misurando, dico, quante volte l'acqua della caraffa superi quella che s'è sollevata al di sopra del punto E.

EFFETTI.

Procedendo così ho osservato 1. Che l'acqua del tubo s'è innalzata continuamente per 7 in 8 giorni al di sopra di E; 2. Che il progresso della sua ascesa è sempre andato diminuendo, di maniera che nel sesto giorno era già quasi insensibile; 3. Che la somma di tutte le quantità d'acqua elevate, eguagliava a un di presso la trentesima parte di quella della caraffa.

SPIEGAZIONI.

La massa d'acqua ch'è nella caraffa, è in riguardo all'aria contenuta al di sopra, quasi come un corpo spongioso, che si è spremuto o seccato, o che si applica alla superficie di qualche liquore; i pori che sono stati vuotati come tanti piccioli tubi capillari, assorbiscono il fluido che vi si presenta, e ch'è ancora ajutato dalla pressione dell'atmosfera, che agisce in D. Ma siccome l'aria è composta di parti ramose, o di lamette attorcigliate, non s'attenua se non a poco a poco, ed i suoi globetti si proporzionano alle pic-

co-

cose capacitadi tortuose, ch' ella dee riempire; la difficoltà, ch' ell' ha per introdursi nell' acqua, diventa tanto più grande quanto è profonda la massa del liquore; e per queste ragioni senza dubbio lo penetra così lentamente, ed i progressi di questa penetrazione vanno sempre a scemando.

APPLICAZIONI.

Seguitando il metodo dell' esperienza precedente, si può conoscere a un dipresso la quantità d' aria, che si è fatta uscire da una materia; imperocchè è probabilissimo, che a capo d' un tempo sufficiente, quello ch' è rientrato, sia eguale a ciò che n' era uscito; e conseguentemente si potrà giudicare tra molte specie, quella che più abbonda d' aria, quella che la ripiglia più prontamente, e quanto di tempo si possa tenerla per purgata d' aria.

E chi sa, che non si potesse ancora con tal mezzo introdurre certi odori in materie fluide? Imperocchè l' aria, rientrandovi, potrebbe servire di veicolo alle parti odorifere, delle quali essa aria si carica facilissimamente, ed in grandissima quantità.

Queste mire differenti aprono un campo assai vasto a nuove e curiose esperienze; io n' ho già molte tentate con buon esito, e ne renderò conto altrove; desidero che il mio esempio ecciti il zelo de' Fisici; la medesima materia maneggiata da diverse mani, somministra d' ordinario un maggior numero di cognizioni.

XI. LEZIONE.

Continuazione del Discorso intorno le proprietà dell' Aria.

II. SEZIONE.

Dell' aria considerata come Atmosfera terrestre.

LE più delle terrestri materie contengono molt' aria tra le lor parti, come l' abbiam fatto vedere sul fine della Lezione precedente; a vicenda pure una massa d' aria, qualsivoglia, trovasi sempre mescolata di alcune sostanze straniere, e di essa si può dire come di ogni altro corpo, che non è mai perfettamente pura, cioè, ch' ella comprende sempre nel suo volume qualche altra cosa, oltre la sua materia propria. Tutto quello ch' esala dalla terra e dall' acque, dagli animali e dalle piante, entra tosto in quell' elemento che respiriamo, nel quale viviamo, e a cui si è dato il nome d' *Atmosfera*, perchè involve e circonda da tutte le parti il globo, di cui abitiam noi la superficie. Quest' è un fatto, del quale abbiamo procurato di render ragione altrove (Tom. II.) supponendo, che fosse noto bastevolmente; ed infatti, se si potesse dubitarne, la dissipazione di un' infinità di sostanze, che scompajono tutto dì dagli occhi nostri; l' opinione ragionevole, e generalmente ricevuta, che nulla s' annienta di quanto è stato creato, basterebbono per convincerne di questa verità: quando il fuoco disfà un misto,

non

non vediam noi le parti più sottili alzarsi in fiamma ed in fumo? Quando il cadavere d'un cane o d'un cavallo, gettato nel sozzume, di giorno in giorno scema e s'avvalla, e finisce in niente, non lo fa egli infettando i luoghi circonvicini con un cattivo odore: effetto, come si sa, delle parti che n'esalano? Finalmente chi è che non sappia, che i vasi contenenti de' liquori, si vuotano per evaporazione, se si tralascia di otturarli? L'atmosfera terrestre è dunque un fluido misto, un'aria caricata d'esalazioni e di vapori. Il suo stato varia secondo i tempi, ed i luoghi, perchè le parti, ch'entrano in questo miscuglio, non sono sempre e da per tutto nella medesima quantità, nè con le medesime qualitadi.

Si può considerare l'atmosfera sotto due differenti aspetti: primieramente come un fluido in quiete; che pesa egulmente da tutte le parti sopra la terra, che riceve da essa materie di differenti nature, che le sostiene per un certo tempo, che le lascia ricadere, e che ci trasmette il caldo, ed il freddo, ond'egli è suscettibile; secondariamente come un fluido agitato, i cui moti possono essere differentemente modificati. Esaminando l'atmosfera sotto questi due punti di vista, trascorreremo ne' due seguenti articoli le sue principali proprietà.

ARTICOLO PRIMO.

Dell' atmosfera considerata come un fluido in quiete.

La quiete, che io quì suppongo, non deve intendersi in un senso assoluto, e per tutta l' atmosfera nel medesimo tempo; imperocchè, rigorosamente parlando, le parti che la compongono sono in un moto quasi continuo, poichè elleno s' alzano o s' abbassano frequentemente, e per le mutazioni di temperie si espandono, o si ristringono alternativamente. Prescindendo eziandio da tali vicissitudini, non regna mai una calma sì perfetta in questo vasto fluido, che non ve ne sia sempre qualche porzione agitata: e poi, l' atmosfera è (dirò così) una dipendenza del globo terrestre, che com' esso globo, e con esso, muovesi in 24. ore sovr' un' asse comune, ed in un anno nel medesimo Orbe attorno del Sole; considerandola adunque in quiete non gli attribuisco già assolutamente uno stato tale, ma più tosto astraggo da' suoi principali movimenti.

Noi non vediam mai che alcuna porzione dell' atmosfera perda la sua fluidità, quantunque molto e poi molto di ciò che la compone sia atto a formar de' corpi solidi; l' acqua nell' aria s' indura, e ricade in piccoli diacciuoli; ma l' aria medesima non si congela altrimenti con l' acqua: queste parti acquose, per quanto sieno abbondanti, nol sono mai tanto, che interrompano o tolgano intieramente la continuità delle parti proprie d' un volume notabile d' aria, e quest' elemento, finchè egli fa masse, conserva sempre la

sua

sua molla o del suo elaterio, che probabilmente è la cagion potissima della sua fluidità.

Ogni materia, che alla terra appartiene, ha una tendenza naturale verso il centro di questo Pianeta. Ora essendo l'atmosfera composta d'aria, e d'estratto, dirò così, di tutti i corpi sullunari, de' quali provata abbiamo nelle Lezioni precedenti la gravità ed il peso, dubitar non si può, ch'ella non pesi sopra di noi, e sopra tutto quello che in essa trovasi immerso: tuttavolta se n'è un tempo dubitato, o per dir meglio, lunga pezza è stato il Mondo senza a ciò por mente. Detto abbiamo in altro luogo (Tomo I.) in quale maniera ne siamo alla fine restati convinti, e come il peso dell'atmosfera conosciuto, abbia illuminati i Fisici, circa molti Fenomeni, che indi risultano.

Ma questa gravità è gravità d'un fluido; vale a dire, ch'ella dee crescere e scemare secondo l'altezza delle colonne, e la larghezza della loro base; secondo questa proporzione altresì ella adopera, come s'è già veduto nella settima Lezione, dove abbiamo riferita l'origine del barometro, gli usi suoi principali, e la prova, che se ne fece nelle diverse stazioni della montagna *du Puis de Dome* nell' *Overgne*: quì riferirò ancora una Esperienza del medesimo genere, e di più facile esecuzione, che mi darà motivo d'esporre quanto rimane da dire su questa materia.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Bisogna scegliere qualche luogo elevato, ed accessibile, come una torre, un campanile, o qualche

che altro edifizio, di cui si possa facilmente misurare la perpendicolare altezza, e munirsi di due barometri similissimi, cioè tali, che nel medesimo luogo il mercurio sia sempre in ambedue ad altezze eguali. Lasciasi uno di questi strumenti a basso della Torre con un Osservatore, il quale esamina attentamente, se succede variazione all'altezza del mercurio, mentre si porta l'altro barometro su la cima.

EFFETTI.

1. A misura che si va ascendendo col Barometro, il mercurio si abbassa nel tubo, come l'ho già detto (Tom. II.) adducendo l'Esperienza del Signor Pascal, eseguita dal Signor Perier.

2. Se, quando il mercurio s'è abbassato una linea, si misura l'altezza, ove si fa questa prima stazione, trovasi, ch'ella è di circa dodici pertiche.

3. Se l'edifizio, o la natura del luogo permette, che si poggi maggiormente ad altezze note, o misurabili, si trova che nelle seguenti stazioni, che fannosi cadauna volta, che s'osserva una linea d'abbassamento nel mercurio, son sempre di dodici pertiche a un dipresso, le une sopra dell'altre.

4. S'osserva, che le altezze perpendicolari di tutte queste stazioni, ciascune delle quali corrisponde ad una linea d'abbassamento del mercurio, sono tanto più piccole, quanto più l'aria pesa nel tempo della esperienza, o per lo poco d'elevazione del luogo, ove si opera, o per lo stato attuale dell'atmosfera.

5. Se si ripete questa prova in luoghi, che

sieno

sieno mediocremente lontani gli uni dagli altri, ed in circostanze che rendano la pressione dell' atmosfera appresso a poco simile, si trovano pure appresso a poco gli stessi effetti; ma quando le distanze sono grandissime, come di 400, o 500 leghe, si può con sicurezza aspettare delle notabilissime differenze.

SPIEGAZIONI.

Avendo l'atmosfera più di altezza, se computiamo dal piè d'una torre, o d'una montagna, di quel ch'ella n'abbia in tutte le stazioni che si fanno, ascendendo, il suo peso altresì è più grande; e s'egli è capace di sostenere 27 pollici e mezzo di mercurio in ciascun barometro, quel delli due, che si porta più in alto, trovasi sotto una colonna d'aria più corta, che, per conseguenza, sostiene meno di mercurio. Questa diminuzione di peso nella colonna dell' atmosfera non può essere attribuita se non al suo accorciamento; imperocchè il barometro di comparazione, che si è lasciato abbasso, e che sostiene una colonna intera, o succeda in esso varietà, o no, nel tempo dell' esperienza, trovasi sempre più alto dell' altro, colle proporzioni accennate di sopra.

Dal secondo e dal terzo effetto di questa esperienza, si raccoglie, che ogni linea d'abbassamento del mercurio nel barometro corrisponde circa 12 pertiche d'altezza perpendicolare nell' atmosfera: questa proporzione ci dà l'aria più pesante, di quel che l'abbiamo stimata nella precedente Lezione; imperocchè abbiamo detto che la sua densità, o gravità specifica sta a quella dell'acqua, come l'unità a 900; e pesando il mercurio 14 volte più dell'acqua, segue che una

linea di mercurio equivale a 14 volte 900 linee d'aria, la cui somma 12600 fa 15 pertiche, 4 piedi, 6 pollici, ed 8 linee in vece di 12 pertiche, delle quali abbiamo fatto poc'anzi menzione ne' precedenti addotti effetti di questa prima Esperienza.

Ma bisogna pure osservare, che di tutti quelli che si sono applicati a questa ricerca con esperienze accuratamente fatte in varj tempi, e varj luoghi, pochi s'accordano a conchiudere la proporzione medesima. Il Signor Cassini, dopo d'aver portato il barometro su la montagna di Nostra Signora *de la Garde de Tolone*, calcola a 10 pertiche e 14 piedi l'altezza dell'aria, che sostiene una linea di mercurio. Il Signor de la Hire, il padre, la trovò di 12 pertiche per mezzo di prove, ch'egli fece sul monte *Clairet* in vicinanza alla stessa Città: questo Accademico la giudicò di 12 pertiche, e 4 piedi, a *Meudon*, e di 12 pertiche, 2 piedi, 8 pollici a Parigi. Secondo le Osservazioni del Signor Picart fatte sul monte San Michele, una linea di differenza nell'altezza del mercurio sul barometro, corrisponde a 14 pertiche, 1 piede e 4 pollici d'aria. Finalmente il Signor Valerio (*Hist. de l'Academ. des Sc.* 1712. *pag.* 3.) dotto Svedese, che replicò quest'esperienze nel suo paese, dopo d'avere osservate le diverse altezze d'un barometro calato da prima in una miniera profondissima, e cui portò poscia su la sommità di un monte vicino, contò per ciascuna linea di mercurio 10 pertiche, 1 piede e 4 linee d'altezza nell'atmosfera. Il Signor de la Hire, il figlio (*Hist. de l'Acad. des Sc.* 1712. *p.* 114.) attribuisce tutte queste differenze a due cagioni prin-

principali: 1. a' ſtrati di vapori, che regnar poſſono in certe parti dell' atmosfera, e che ne aumentano per un dato tempo il peſo; lo che pare aſſai veriſimile: 2. alla ſituazione dei luoghi, ove ſi fanno queſt' eſperienze, od alla gravità attuale più o meno grande dell' atmosfera; ed in fatti ſi vede dal quarto effetto dei riferiti di ſopra, che la porzione d' una colonna d' aria, che corriſponde ad una linea di mercurio, è tanto più grande o più piccola, quanto queſt' aria è più o men denſa; e la denſità od il peſo d' un fluido compreſſibile, creſce a miſura ch' egli è più caricato, o per la ſua propria materia ammucchiata, o per alcune parti ſtraniere frammiſchiatevi.

Si può aggiugnere ancora per terza ragione, (e queſta forſe è la più forte); ſi può, dico, aggiugnere, ch' è difficiliſſimo ſtimare appuntino ciaſcuna linea d' abbaſſamento del mercurio nel barometro; pure in queſta ſtima i più piccioli errori ſono d' un gran momento, quando trattaſi di giudicare con eſattezza dell' altitudine d' una colonna d' aria corriſpondente. Imperocchè, non abbaſſandoſi il mercurio ſe non una linea, per una ſottrazione d' incirca 12 pertiche fatta alla colonna d' aria, ſi può facilmente ingannarſi di alcune pertiche ſopra queſta; baſta per queſto, che ci ſia uno sbaglio d' un $\frac{1}{12}$ di linea nell' oſſervazione del barometro. Quelli, che conoſcono bene queſt' iſtrumento, accorderanno di facile, che l' oſſervatore il più attento può beniſſimo commettere di ſimiglianti errori, non ſol a cauſa di qualche difetto di mobilità, che può impedire che il mercurio rimettaſi in un perfetto equilibrio coll' atmosfera, do-

po i suoi bilanciamenti; ma ancora per la convessità della sua superficie, e per le piccole rifrazioni occasionate dalla grossezza del vetto, che possono ingannar l'occhio.

Poichè l'atmosfera è un fluido compressibile, non si può supporre, che la sua densità sia uniforme; al contrario si dee pensare, che gli strati superiori, pesando sopra quelli che sono al di sotto, ristringano e condensino vieppiù le loro parti; e conseguentemente a questo principio, le differenti stazioni, nelle quali si osserva, andando su, una linea d'abbassamento nel mercurio del barometro, devono sempre vieppiù lontane trovarsi l'une dall'altre. E questo in fatti s'osserva; ma fin ad un'altezza di 1000, o 1200 pertiche al di sopra del livello del mare, le differenze sono poco notabili; probabilmente perchè la grande quantità di vapori grossieri, onde l'aria è caricata in questa bassa regione, ed il gran peso, che le preme, rendono la sua densità quasi uniforme. Li Signori Cassini, e Maraldi, dopo un gran numero d'esperienze fatte sopra diverse montagne, delle quali avevano geometricamente misurate le altezze, giudicarono, che le porzioni tolte da una colonna dell'atmosfera, per più linee di abbassamento del mercurio nel barometro, crescono secondo questa progressione, cioè, che se la prima linea di mercurio corrisponde a 61 piedi d'aria, ve n'è per la seconda 62, per la terza 63, e così via via. Ma hanno con ragione pensato, che questa proporzione non continua al di là d'una mezza lega al di sopra del livello del mare; imperocchè, essendo l'aria più pura, il suo elaterio è più libero, ed i

suoi

suoi differenti gradi di densità, non dipendono quasi più, se non se dalla pressione degli strati superiori.

APPLICAZIONI.

Se si è pesata la colonna di mercurio di un barometro, il tubo del quale sia perfettamente cilindrico, si sa tosto qual sia il peso della colonna totale dell' atmosfera, che la tiene in equilibrio; e l' area del circolo, che fa la sua base, è uno spazio noto, che si può moltiplicare quante volte si vorrà, per sapere qual sia la pressione dell' atmosfera, sopra uno spazio dato nella superficie della terra, il che meglio s' intenderà con un esempio.

Supponiamo che il tubo del barometro abbia tre linee di diametro interiormente, e che il mercurio, ch' egli contiene, pesi una libbra; questo mi addita, che nel medesimo luogo, dov' è il barometro, ogni spazio circolare, che ha tre linee di diametro, come l' apertura del tubo, trovasi caricato d' una colonna d' aria che pesa una libbra; e questa pressione si fa contro una porta, egualmente che sopra una tavola, perchè abbiam quì il peso d' un fluido, che adopera in tutte le direzioni, come s' è da noi insegnato, trattando dell' Idrostatica.

Supponiamo adesso, che un voglia sapere quanto pesi l' atmosfera sopra un spazio circolare d' un diametro tre volte più grande che il precedente; quest' ultimo spazio è 9 volte più esteso che il primo; imperocchè i circoli sono tra essi come i quadrati de' loro diametri, e il quadrato di 3 è 9. Io dirò dunque: Poichè una colonna dell' atmosfera, la cui base ha tre linee di dia-

metro, pesa una libbra; un'altra colonna, che s'appoggia sopra uno spazio 9 volte più grande, pesa 9 libbre; e si potrà così sapere, qual sia la pressione dell'atmosfera, sopra ogni spazio, di cui sarà nota l'estensione.

Alcuni curiosi, appoggiati a questo principio, si son posti in animo di cercare qual sia il peso di tutta l'atmosfera; ma quello che hanno quì potuto sapere, s'attiene ad ipotesi, altre visibilmente false, altre incertissime, sicchè i loro laboriosi calcoli si son resi poco men che inutili. Ed in fatti qual cognizione può trarsi da una simil fatica, se s'ignora qual sia appuntino l'ampiezza della superficie della terra, se si trascura di tener conto dell'altezza delle sue ineguaglianze; se si considera l'atmosfera come un fluido d'una densità uniforme nelle sue parti simili; se non si pon mente agli effetti della forza centrifuga, che risulta dal moto della terra sul suo asse, ec.? Ben si vede quanto sarebbe difficile cogliere con esattezza tutti questi elementi; ma questa quistione essendo per buona ventura soltanto curiosa, non porta il pregio, che si affatichi per scioglierla.

Una più felice, e più utile applicazione del barometro, è quella di servirsene per misurare l'altezza delle montagne; imperocchè secondo le sperienze fatte dai Signori Cassini, Maraldi, e Chaselles, nell'Overgne, nella Linguadocca, e nel Rosiglione (Mem. de l'Academ. des Sc. 1703. p. 229.) appare, che dal livello del mare fino ad una mezza lega d'altezza, si possono contare in circa dieci pertiche d'elevazione di ciascuna linea d'abbassamento nel mercurio, aggiugnendo un piede alla prima decina, due

pie-

piedi alla seconda, tre piedi alla terza, e così proseguendo.

Ben si vede che per adoperare un tal mezzo bisogna sapere a quale altezza sia attualmente il mercurio, sulla riva del mare, mentre si opera; e facilmente può saperſi per mezzo d'un barometro di comparazione, che ivi si lasci con un Osservatore attento. Non è nè anche d'uopo, che questo barometro, e questo Osservatore sieno sulla riva del mare; basta che l'osservazione si faccia in un luogo, di cui si conosca l'elevazione al di sopra del livello del mare; e ciò non è raro a trovarsi adesso in tutti gli Stati. La Sala, per esempio, dell'Osservatorio regio a Parigi, dove si fanno perpetuamente le osservazioni del barometro, e delle quali si fa accurato registro ogni anno, è di 45 pertiche al di sopra del livello del Mediterraneo, e 46 al di sopra del livello dell'Oceano, ed il mercurio per questa ragione tiensi colà d'ognora 4 linee più basso di quel che osservasi star egli sulla spiaggia di questi due mari.

Io suppongo dunque, che sieſi portato un barometro sulla sommità d'una montagna, la cui altezza sia ignota; se ivi trovasi il mercurio 10 linee al di sotto del termine, in cui sarebbe sulla spiaggia del mare, contando da prima 10 pertiche per ciascuna linea di mercurio, si averanno 100 pertiche, alle quali aggiugnendo un piede per la prima decina, due piedi per la seconda, tre piedi per la terza, e così proseguendo sin alla decima *inclusive*, si averanno ancora 55 piedi, che fanno 9 pertiche e un piede; quindi si dedurranno 109 pertiche, ed un piede per l'altezza della montagna al di sopra del livello del mare.

E' ve-

E' vero che questo metodo non dà misure precise, e che, servendosi d'esso, non si può far capitale che di un appresso a poco; in primo luogo, perchè le sperienze, sopra le quali è appoggiato questo metodo, avendo ne' loro effetti variato, non determinano con precisione l'altezza, che corrisponde ad una linea di mercurio; in secondo luogo perch' è difficilissimo giudicare con tutta la necessaria esattezza, quando il barometro s'è abbassato, quando è arrivato al più alto della montagna: e finalmente perchè durante l'operazione, accader può qualche cambiamento nella parte dell'atmosfera che cuopre il luogo dove si opra. Ma quante occasioni vi ha, nelle quali non possono le misure geometriche essere adoperate, e nelle quali si può contentarsi di conoscere coteste altezze, con lo svario di 10 in 12 pertiche?

Uno de' fini che si potrebbe ancora avere, nel far uso del barometro, sarebbe di conoscere l'estensione dell'atmosfera, determinando l'altezza di quella colonna d'aria, che sostiene quella del mercurio, e di cui abbiamo di sopra imparato a misurare il peso; pare che se ne potrebbe facilmente venire a capo, se l'aria dell'atmosfera, come dell'acqua, e di qualunque altro liquore, fosse per tutto d'una densità uniforme; imperocchè supponendo che una linea di mercurio corrispondesse sempre a 50 pertiche di questa colonna, ella dovrebbe avere altrettante volte 10 pertiche, quante linee si contano in 28 pollici, altezza media del barometro al livello del mare. Ora vi sono 336 linee in 28 pollici, lo che darebbe 3360 pertiche per l'altezza totale dell'atmosfera; ma il fluido, di cui trattiamo,

è una

è una materia compressibile ; e per questa ragione , le parti simili di questa colonna , venendo prese le une al di sopra delle altre , non debbono pesare egualmente , o (ch' è lo stesso) tutte queste porzioni , per essere del medesimo peso , debbono avere lunghezze differenti ; le più basse saranno più corte che quelle che sono al di sopra .

Questa difficoltà non impedirebbe tuttavolta che non si venisse a capo di calcolare con tal metodo l' altezza dell' atmosfera , se si sapesse appuntino , con qual progressione l' aria si rarefà , a misura che la di lei massa si diminuisce , o ch' ella trovasi men caricata per lo suo proprio peso : se fossimo certi , per esempio , che la sua densità cresce e scema come i pesi che la comprimono , e che questa regola posta dal Sig. Mariotte può seguitarsi in tutte le sorte d' altezze . Ma tanto è lungi , che possiam far capitale di di questa supposizione , che si sa , per moltissime osservazioni ed esperienze , non rarefarsi , nè comprimersi così l' aria , fuorchè in una densità mezzana ; e ne' casi estremi seguitar ella un' altra progressione , non conosciuta abbastanza , e la quale dee certamente variare secondo certe circostanze . Più o meno di calore o di purità in una regione , a cui non possono estendersi le nostre osservazioni , basta per cagionare mutazioni notabili nel peso dell' atmosfera , e nella sua altezza . Si può , senza incertezza , giudicare dell' una per mezzo dell' altra , (io voglio dire , dell' altezza , per mezzo del peso) quando s' ignora qual sia lo stato attuale dell' aria in tutta la sua estensione .

Un corpo elastico , che fortemente si è compres-

so

so con un certo numero di pesi eguali, quando vienſi a ſcaricarlo a poco a poco, ſi diſpiega e s'allenta a quantitadi, le quali van ſempre creſcendo, e ſeguitan da principio una progreſſione regolare; ma ſul fine quando ſi tolgono gli ultimi peſi, lo ſviluppamento o l'eſtenſione della molla ſi fa con proporzioni molto più conſiderabili. Eſſendo l'aria un fluido elaſtico, ſi dee preſumere, che nelle alte regioni, dove dal ſuo proprio peſo ella è men caricata, che in qualunque altro luogo, dove far poſſiamo delle prove, egli s'eſtende altresì molto più; dal che ne viene all'atmosfera un'altezza maggiore di quel ch'ella avrebbe, ſe giudicar ne doveſſimo dalle quantità corriſpondenti quaggiù ad una linea d'abbaſſamento del mercurio nel barometro.

Oltre di che, ſi dee por mente, che ad una maggior diſtanza dal centro della terra la gravità ſi diminuiſce, e la forza centrifuga creſce: queſte due cagioni concorrono anch'eſſe a diminuire il peſo dell'aria, ed a facilitare la ſua rarefazione, nella parte più elevata dell'atmosfera.

Da queſte differenti conſiderazioni, e dalle ſperienze fatte col barometro, ne ſegue, che la noſtra atmosfera non può aver meno di ſei leghe d'eſtenſione in altezza; ſegue pure (e queſta è la comune opinione) che tal altezza può eſſere e di 15, e di 20 leghe: quai differenze! ed oh quanto noi ſiamo ancor poco informati su tale quiſtione!

Il Sign. de la Hire, moſſo da queſta incertezza, e deſiderando una ſoluzione più determinata del dubbio che verte circa queſt'altezza, ſi propoſe di conoſcere quanto l'atmosfera s'eſtenda in

altez-

altezza, col far uso di un metodo, indicato da Keplero, ma ch'esso Sig. de la Hire perfezionò, e seppe adoperare più felicemente di quel celebra Astronomo. Ciò che chiamiamo *crepuscolo*, quella luce, che dà cominciamento al giorno, innanzi che il Sol levi, e che fa durate dopo che il Sole è tramontato, è un effetto della riflessione, cagionata dall'atmosfera ne' raggi, i quali, se ciò non fosse, passerebbono al di sopra di quella parte della terra che noi abitiamo, e non l'illuminerebbono: questa luce riflettuta, che sensibilmente si scorge nel clima di Parigi, quando il Sole non è più basso di 18 gradi sotto dell'orizzonte, comincerebbe più tardi la mattina, e finirebbe più presto la sera, se l'atmosfera avesse meno d'estensione, perchè allora i raggi di luce potrebbono partire da un punto più elevato verso l'orizzonte senza incontrar cotesta massa fluida, che rimanda verso la terra. Vi ha dunque una relazione necessaria, tra la durata de i crepuscoli, e l'altezza dell'atmosfera; e sendo la prima di queste due cose già nota, o facile a conoscersi, in tutte le posizioni della sfera si vede, ch'ella può generalmente condurre a scoprir l'altra. In fatti il Sig. de la Hire, e l'Hallejo (Hist. de l'Acad. des Sc. 1713.), maneggiando destramente, ed avvertitamente questo metodo, hanno conchiuso con molta probabilità l'altezza dell'atmosfera essere di 15 o 16 leghe: dico con molta probabilità, e non con certezza, perchè la loro dottrina s'attiene tuttavia ad alcune ipotesi, che forse non sono ben d'accordo con la natura, e con la verità.

Se si conoscesse bene l'altezza dell'atmosfera per ciascun clima, si saprebbe qual sia la figura di

di tutta la sua massa ; imperocchè una serie di colonne, che dall' equatore fino ai Poli fossero schierate in un medesimo piano, formerebbe con le loro estremità, una curva, da cui risulterebbe la soluzione del problema. Ma restando tuttavia de' dubbj su la prima di queste due quistioni, la seconda rimane ancor indecisa, almeno per quelli che non vogliono arrendersi fuorchè a ragioni del tutto evidenti.

Attese le osservazioni del Signor Richer, fatte alla Cayenna, e quelle che quasi nel tempo medesimo si fecero col barometro in varj altri climi, si congetturò che l'altezza dell' atmosfera cresceva sempre più, dall' equatore venendo ai poli, perchè il mercurio stassene più alto ne' paesi settentrionali, che sotto la linea equinoziale, e ne' suoi contorni. Secondo questa congettura, l' atmosfera formerebbe dunque, con la terra, ch' ella involve, uno sferoide allungato verso i poli, e la sua grossezza sarebbe minore sotto l' Equatore, che per tutt' altro luogo.

Ma senza far quì offesa alle osservazioni del barometro, le quali non si sono mai dipoi cambiate, e che replicate furono eziandio ultimamente con somma esattezza, potrebbesi per avventura, secondo me, congetturare diversamente da quel che sinora s' è fatto, intorno alla figura esteriore dell' atmosfera. Nel giudicare delle sue altezze, da' suoi differenti gradi di pressione, s'è egli forse potuto trascurare di por mente alla forza centrifuga risultante dal moto della terra sul suo asse, e comune fuor d' ogni dubbio all' aria che la circonda. Una simile considerazione ha fatto conchiudere, che le parti del nostro globo, per essere in equilibrio tra esse, aven-

do-

dovuto coordinarsi sotto la forma d' uno sferoide più alto sotto l' Equatore, che ai poli, siccome spiegato abbiamo in altro luogo (Tom. II.). Non si può forse dire la stessa cosa, e con maggior ragione ancora, d' un fluido più disposto, per la sua natura, a ubbidire alle leggi della Statica, ed a quelle delle forze centrali? E' molto probabile adunque, che l' aria sia più alta tra i due tropici, ch' ella non l' è per tutt' altrove; perchè quella parte dell' atmosfera gira con maggior velocità, e la forza centrifuga ivi adopera più gagliardamente, e più direttamente contro la gravità.

Si può altresì aggiugnere, che sotto la Zona torrida, dove regna un calore più grande e più continuo, almeno verso la superficie della terra, l' aria debbe ivi essere più rarefatta, e che le colonne per conseguenza debbono crescere in lunghezza per equilibrarsi con quelle d' un altro clima. Se il mercurio del barometro ivi stassene più basso, che nel Nord, non si può dubitare, che l' aria non sia ivi meno pesante; ma questa minore gravità vien ella forse dalla minore altezza delle colonne, oppur debbonsene incolpare le cagioni poc' anzi da me esposte? L' ultimo partito a me sembra il più verisimile.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si mescoli della neve, o del ghiaccio pistato, con del sale, in un vase di vetro o di metallo assai sottile, ben asciutto al di fuori, e che tengasi circa un quarto d' ora in un luogo fresco.

EFFETTI.

Tutte le parti esterne del vase si cuoprono a poco a poco d'una spezie di brina, o di ghiacciuolo bianco, simile a quella che vediamo la mattina su i tetti, e su la superficie della terra, verso il fine dell'Autunno, o sul principio dell'Inverno.

SPIEGAZIONI.

Il mescolamento di ghiaccio, e di sale raffredda considerabilmente le pareti del vase, che lo contengono: questo raffreddamento condensa subito l'aria esterna più prossima; e le particelle d'acqua, onde quest'aria è caricata, essendo anch'elleno per la medesima ragione condensate, s'attaccano, e si gelano sul vase; al primo suolo se ne aggiugne un altro; a questo il terzo ec. lo che fa, che questa congelazione esteriore si addensa, e s'ispessisce più o meno, secondo la durata e l'intensione del freddo artifiziale, che la cagiona.

Se qualcuno fosse tentato a credere, che il predetto effetto non è altro, che una traspirazione di ciò che il vase contiene, presto potrebbe disingannarsi di quest'errore, assaggiando il ghiaccio esterno; imperocchè troverebbelo insipido, e differente da quel ch'egli esser dovrebbe, se si formasse d'acqua salata.

Per dileguare affatto una tal presunzione, prima di raffreddare il mio vase col mescuglio di sale e di ghiaccio, lo pongo in un altro vase di vetro, e fo' sì, che l'aria esterna non possa entrare nel poco d'intervallo, che trovasi tra esso e l'altro; ed allora qualuque sia il raffreddamento, io non veggo alcuna congelazione attorno del vase rinchiuso; quella che vi si vede, quando rinchiuso non

non è, non può dunque attribuirsi se non all' umidità dell' aria esterna.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 1. rappresenta un fiasco rotondo di vetro assai trasparente, che ha da 9 in 10 pollici di diametro; non mai prima empiuto di alcun liquore, e ch' è unito al maggior recipiente della macchina pneumatica per mezzo d' un canale guernito d' un galletto, di maniera che si può aprire e chiudere la comunicazione tra i due vasi: la chiave del galletto, è forata in maniera, che quando il recipiente, ed il fiasco, od utre chimico non comunicano insieme, questi comunica con l' aria esterna; essendo dunque il canale chiuso, si estrae l' aria dal recipiente, e poi s' apre la comunicazione tra il fiasco, ed esso recipiente.

EFFETTI.

Se il fiasco rotondo è collocato tra 'l lume e l' occhio dello Spettatore, vi si scorge un vapore leggiero che s' aggira, e che si precipita verso l' inferior parte del vase; se nuov' aria rientra nel fiasco, e se si apre di nuovo la comunicazione, subito si vede rinascere il vapore; e quest' effetto succede tante volte, quante si apre il galletto, purchè l' aria sia ancora sufficientemente rarefatta nel recipiente.

SPIEGAZIONI.

Sempre che si apre una comunicazione tra due capacitadi, l' una delle quali è vuota d' aria, sendone l' altra piena, questo fluido si estende, e si divide in tutte e due, secondo la proporzio-

ne che hanno fra esse, come si è detto trattando delle funzioni della macchina pneumatica; perciò, nel fiasco rotondo chimico della nostra sperienza, l'aria si rarefà considerabilmente, dacchè il vase comunica col recipiente evacuato d'aria. Ma perocchè i piccioli corpi stranieri, onde questa massa d'aria è pregna, non sono atti nati ad estendersi, come la detta massa, eglino restano isolati, e in balìa del loro proprio peso, e del moto dell'aria, che portasi da tutte le parti verso il canale di comunicazione, il che li fa circolare ed aggirar, cadendo in forma di vapore.

Il medesimo effetto si scorge sempre più o meno in ogni recipiente, ove cominciasi a fare il vuoto; ed io avrei potuto contentarmi di ridurre a memoria questo fatto così familiare a chi si serve della macchina pneumatica, per provar che l'aria è sempre mista di materie straniere; ma si avrebbe potuto oppormi, che questo vapore, il quale fa quì il fondamento della mia prova, proviene dall'umidità delle pelli bagnate che cuoprono la piastretta, e sopra le quali s'applica il vase; ma questo sospetto da me si dilegua, quando so' vedere questo vapore in un fiasco rotondo terssissimo, e nel quale nient'altro entra che l'aria immediata dell'atmosfera: chiunque non vorrà arrendersi a questa ragione, ne troverà parecchie altre in uno scritto (*Mem. de l'Acad. des Sc.* 1740. *pag.* 243.), nel quale ho espressamente trattato di questa materia.

Potrebbe talun dimandare, perchè i corpuscoli, che formano il vapore accennato, non essendo visibili nell'aria dell'atmosfera, lo diventan tosto che l'aria è rarefatta.

E' pro-

E' probabilissimo, che questi corpicciuoli, dacchè cessano d'essere sostenuti, piombino gli uni su gli altri, e si unisca no per fermare alcune masse più grossiere, e per conseguenza più atte a vedersi.

Oltre di che, è un fatto, che da noi si esaminerà, quando tratteremo dell'Optica, che la trasparenza de' corpi va scemando, secondo che le loro parti diventano più dense l'une dell'altre: ora quando questa massa fluida, che riempie l'utre chimico, viene a rarefarsi, si diminuisce la sola densità dell'aria propriamente detta; ma la densità dell'altre materie in esse mescolate, tutto all'opposto cresce; e questo doppio effetto dà senza dubbio occasione a quella piccola opacità, che si vede, e che sparisce appresso, purgata che sia l'aria mercè d'una sufficiente rarefazione, e spogliata ch'ella siasi di tutte le parti straniere.

APPLICAZIONI.

Si distinguono comunemente in due classi tutte le materie, che si sollevano dalla superficie della terra nell'atmosfera; l'una comprende sotto il nome di *Vapori*, tutto quello che ha della natura dell'acqua; nell'altra poi si schierano tutte le parti saline, sulfuree, grasse, spiritose, e queste sono denominate *Esalazioni*.

Tutte queste sostanze, sì quelle ch'esalano, come quelle che si evaporano, essendo differentemente mescolate o modificate, prendono forme e producono effetti, che variano assai, e che si conoscono sotto il nome di *Meteore*. Se ne possono distinguere di tre sorte, cioè, quelle che son prodotte da' soli vapori, e che si chiamano Meteore *acquose*; come la nebbia, le nu-

vole, la pioggia, la brina, la grandine, ec. quelle, che provengono dall' esalazioni, le quali s' accendono, e che chiamansi Meteore *infiammate*: tali sono i lampi, i tuoni, i fuochi fatui, ec. e quelle, che risultano dai vapori, e dall' esalazioni combinate colla luce, e che chiamar si possono *luminose*: come l' arco-baleno, i parelii, ec.

Per non fare una digressione troppo lunga, mi basterà discorrere quì per le meteore della prima spezie; e rimanderò il Lettore per ora ad altre Lezioni, nelle quali, col decorso del tempo, tratterò del fuoco e della luce.

In tempo di giorno, i raggi del Sole riscaldano ad un tratto e la terra, e l' aria, che la circonda. Quando il Sole è tramontato, il calore, ch' egli ha prodotto, a poco a poco si rallenta; ma conservasi più lungo tempo ne' corpi, che hanno più di materia; di maniera che nella notte, la terra e le acque son comunemente più calde, che l' aria dell' atmosfera. Allora la materia del fuoco, che tende ad espandersi sempre uniformemente a modo degli altri fluidi, passa della terra nell' aria, e porta con sè le parti più sottili de' corpi terrestri, ch' ella distacca, ed eccita col suo moto. Questa particolare cagione unendosi con quelle, delle quali abbiam già fatto cenno, favellando dell' elevazione de' vapori in generale (Tom. II.) fa che la parte dell' atmosfera più vicina alla terra riceva una maggior quantità di coteste parti evaporate: di qua proviene quell' umidità, che scorgesi sensibilmente sopra le vestimenta, quando si passeggia nella campagna nel tempo delle fresche rugiade della Primavera e dell' Autunno, e che si chia-

chiamano *il sereno*. Queste sorte di vapori s'attaccano più prontamente ed in maggior quantità ai zendedi, ed alle tele fine, che ai drappi grossi, perchè prendendo questi più lentamente che gli altri la temperatura dell'aria, che si raffredda, il fuoco che continua ad esalarne, porta via seco le particelle d'acqua che presentasi alla lor superficie.

Il sereno dura tutta la notte, nelle stagioni e ne' climi, ove la terra si riscalda sufficientemente nel giorno. Al levar del Sole, il calor comincia a rinascere nell'atmosfera, l'aria dilatandosi, si spoglia per l'ordinario di questi vapori, troppo forse sottili, e però non atti a riempire i suoi pori; ovver seguon essi la materia del fuoco, alla quale sono ancora uniti, e che ritorna allora verso la terra. I vapori che così ricadono, si chiaman *rugiade*; elleno sono più copiose ne' campi che alla Città; e nelle campagne coperte d'alberi e di piante, che ne' luoghi aridi; imperocchè ne cadono, a proporzione che ne son sollevati.

Non s'ha tuttavolta a confondere quella rugiada, che cade dall'aria, con quella che si osserva la mattina su le piante. Quelle goccie, che si vedono su i gambi, e su le foglie, sono effetti della traspirazione; e si può facilmente restarne convinto, sol che si cuopra un cavolo, od un piede di lattuga nel tempo della notte; imperocchè vi si vedrà la mattina la medesima rugiada, che suole vedersi, quando si lasciano alla scoperta. Le particelle d'acqua, che formano tali gocce, provengono dalla terra, come le altre, e sono elevate dalla cagione medesima; ma in luogo d'uscirne immediatamen-

te, come per tutto altrove, elleno trapellano per li gambi, per li rami, e per le foglie; il loro moto si rallenta, ed elleno restano molte assieme su l'orifizio de' canaletti, per li quali traspirano.

Gli Empirici, e gli Alchimisti hanno attribuito grandi virtù alla rugiada; ma è manifesto, che tutte le maraviglie, che ne hanno decantate, non sono reali, niente più d'altre infinite chimere, colle quali essi sogliono pascere la lor fantasia, e la credulità degl'ignoranti.

Molti Autori hanno detto con più di fondamento e di verisimiglianza, che la rugiada può nuocere agli animali, che si guidano a pascolare troppo per tempo la mattina; e ch'ella può diminuire la fecondità delle terre, quand'è troppo copiosa; imperocchè quantunque questo vapore non sia per lo più, se non acqua, negar non si può che seco egli non trasporti dell'altre sostanze, che variano o per la quantità, o per le qualità, secondo i luoghi, secondo i gradi del caldo, e secondo le piante, dond'egli traspira. Ciò che ben prova, che la rugiada non è pura acqua, si è, ch'ella corrompesi, e depone, quando conservasi nelle bottiglie. Si può altresì attribuire alla rugiada, od al sereno che piomba, que' leggieri strati di materie grasse e sulfuree, che si rendon visibili dai lor colori d'Iride su la superficie dell'acque stagnanti, a capo d'alcuni giorni d'un tempo sereno, durante il quale non si vede cader dal cielo nient'altro, che cagionar possa quest'effetto.

Vi son eziandio de' casi, ne' quai la parte acquosa della rugiada non è più abbondante; allorchè

chè quello che trasuda dalla pianta, o dall'albero, è un sugo che si addensa a misura che l'umidità si svapora: tali sono certe gomme, ed alcune specie di manne, di cui si serve la medicina.

Ora poichè la rugiada è un vapore che contiene un estratto delle materie minerali o vegetabili, dalle quali ella esce, è certo, ch'ella aver può delle qualitadi buone o cattive, secondo la natura de' principj, ond'ella è pregna; ma essendo che in diversi luoghi nascono diverse piante, che ivi la natura varia, e diversifica parimenti l'altre sue produzioni, e che il calore, ch'eccita ed avviva l'esalazioni, non è nè sempre, nè per tutto egualmente gagliardo, presumer si dee che la rugiada e il sereno cambino qualità secondo i tempi, ed i luoghi, e che gli effetti de' quali sarebbe l'una o l'altro capace in tale stagione, o nel tal clima, non avrebbon luogo altrove, o in altro tempo. A Roma, e nei suoi dintorni, per esempio, dicesi che sia cosa pericolosa, pigliar aria la sera; a Parigi si può farlo impunemente; perchè quì il sereno non è quasi altro che un poco d'umidità; laddove in Italia, e vicino a Roma particolarmente cotesto vapore è caricato di esalazioni nocive, che han della natura del terreno, e la cui quantità corrisponde al gran caldo del clima, perciò non si può stabilire massima generale su questa materia.

Verso il fine dell'Autunno, quando le notti cominciano ad esser lunghe, la terra ha più tempo per raffreddarsi, e spessissimo la sua superficie ed i corpi che son isolati, son tanto freddi, che agghiacciar possono le particelle d'acqua, delle

quali la rugiada cadente suole cuoprirli : allora in vece dell' umidità, si vede sulla zolla erbosa, su i tetti delle case ec. uno strato di piccioli diacciuoli minutissimi, che si chiamano *la brinata*, ch' è bianca di colore, e che si fonde e si dilegua subito che il Sole comincia a far sentire il suo calore.

La rugiada, o la brina che si è liquefatta, si dilegua e dissipa in due maniere : ella rientra nelle terre aride e ne' corpi porosi che han maggiore disposizione ad assorbirla, che l' aria dell' atmosfera ; ma per lo più ella si solleva di nuovo, o perchè una mediocre rarefazione mette l' atmosfera in istato di succiarla ; o perchè un vento assai dolce vi trasporta un' aria più secca di quella, sotto la quale se ne stava in prima.

Spesse fiate, quando la rugiada si solleva di nuovo, diminuisce la trasparenza dell' atmosfera, perchè allora le parti di questo vapore sono molto più grossiere, e si sollevano più lentamente. Queste due cause, che nascono l' una dall' altra, devono necessàriamente render l'aria opaca : 1. perchè un corpo trasparente, tanto meno è tale, quanto le sue parti più differiscono per la lor densità, come nel decorso proveremo : 2. perchè il vapore che ascende lentamente, si estende meno, e diventa più denso.

Ma questa opacità, proveniente dalla rugiada che torna ad ascendere, non occupa quasi mai una porzione grande dell' atmosfera ; ella ristringesi, dirò così, in un angolo, e fassi più gagliarda ne' luoghi bassi ed umidi ; e al di sopra de' prati, che altrove ; perchè, come abbiam detto, la rugiada ricade a proporzione di quanto se ne solleva ; e se il tempo è in calma, ella debb'

esse-

essere più copiosa la mattina, ne' luoghi che ne somministrano una maggior quantità la notte. Per questa ragione senza dubbio, non si vede sopra delle Città e de' luoghi asciutti l' atmosfera oscurata dalla rugiada che rimonta; ma bensì più spesso nella vicinanza de' fiumi, degli stagni e dell' erbe.

Un pregiudizio generalmente ricevuto, e appoggiato a mere apparenze, avea introdotte e radicate, intorno alla rugiada ed al sereno, certe false idee, le quali sono state in questi ultimi tempi distrutte da diversi Autori (*a*). Il Lettore, vago di sapere tutte le scoperte circa questa materia, dee scorrere gli Scritti di questi Autori da noi citati nel margine; e troverà moltissime esperienze ingegnose, e delle osservazioni non men curiose che nuove. Di tutti i fatti, che ivi son riferiti, quello che sorprende maggiormente, si è, che il sereno o la rugiada pare che fugga, e declini da certi corpi, mentre s' attacca facilmente agli altri: il vetro, la porcellana, e gran quantità d' altre materie s' inumidiscono considerabilmente, ed all' incontro de' pezzi di metallo pulito e lustro, comunque grandi ed estesi, esposti nel medesimo luogo, restano costantemente asciutti; e questa spezie di preferenza è sì manifesta, che uno scudo messo nel mezzo di un gran piatto di majolica, o di vetro non riceve punto d' umidità, abbenchè il resto del vase sia tutto bagnato.

Una certa disposizione dell' atmosfera, ed un con-

(*a*) Christ. Lud. Gerstен, tentam. Francof. 1733. Muschenbr. Saggi di Fisica p. 753. Dufay, nelle Mem. dell' Accad. delle Sc. 1736.

concorso di circostanze, che sarebbe difficile additare con minutezza accurata, determinano talvolta una gran quantità di grossi vapori ad innalzarsi, appresso a poco come la rugiada, che torna ad ascendere: allora questi vapori, che appena s' alzano, si espandono uniformemente nella bassa parte dell' atmosfera, e la rendono opaca, per tutto il tempo che vi dimorano sospesi.

Tutti questi vapori ondeggianti e bassi, sì quelli che vengono dalla rugiada mattutina, come quelli che nascono in altri tempi, e in una maniera differente, si nominano *Nebbie*. Non sono per l' ordinario altro che acqua; ma qualche volta vi si mescolano dell' esalazioni, che manifestansi col loro cattivo odore, con una certa acredine, che ferisce gli occhi, e col danno che cagionano a' frutti, ed a' grani. Regnan in certi anni delle nebbie o caligini, alle quali s' attribuisce il *melume*, e la *ruggine*, morbi ordinarj pur troppo alle biade: alcuni uomini dotti hanno voluto rifondere in queste medesime cagioni, quello che osserviamo in certe spiche, il grano delle quali diventa nero, e s' allunga in forma di corno, e che gli Agricoltori chiaman *Carbone*, *golpe*, o *grano cornuto*; la farina n' è pernicios, e le si attribuisce una malattia, che regna qualche volta nelle campagne, ed è nota sotto il titolo di *fuoco Sant' Antonio*; si pretende eziandio, ch' ella cagioni la gangrena. (Hist. de l' Acad. des Sc. 1710. Journ. des Sav. Mars 1716.)

Nell' Inverno le nebbie sono più frequenti che nella State, perchè il freddo che regna nell' aria, condensa prontamente i vapori, e non dà loro

il

il tempo d'alzarsi gran fatto; se il freddo cresce, la nebbia si gela, e s'attacca ai rami degli alberi, alle piante secche, ai capelli dei viaggiatori, alle crene de' cavalli, e generalmente a quanto si trova esposto: e quest' è quello, che chiamiamo *Gelata*, *Diacciuoli* ec.

Quando le nebbie, od i vapori atti a formarle, possono poggiare molt'alto, se ne fa degli ammassamenti, che ondeggiano e si ravvolgono in balìa del vento, nell'atmosfera, e son appunto quelle *nuvole*, che vediamo sospese quinci e quindi sopra di noi, e che di quando in quando per la loro opacità, ci occultano il Sole, e gli altri corpi risplendenti; le figure, e grandezze di cotai nuvole variano all'infinito, secondo la quantità de' vapori, che le formano, e secondo la maniera, ond' elleno si dispongono nell'unirsi; lo che dipende assai dalla direzione, e da diversi gradi di velocitadi, che danno loro i venti.

Le nuvole non sono tutte egualmente elevate, perchè dovendo elleno stare sempre in equilibrio con l'aria, nella quale fluttuano, ed essendo questo fluido più raro ad una maggior distanza dalla terra, i vapori più sottilizzati possono sostenersi, dove i più crassi troverebbonsi di soverchio pesanti, e per tal cagione quelle folte nubi, che son vicine a disfarsi in pioggia, sono ordinariamente molto basse. Coloro che viaggiano sovr' alte montagne, come quelle dell'Alpi, o de' Pirenei, passano bene spesso a traverso delle nuvole, le quali ruban dalla loro vista la sottoposta terra, dopo d'aver loro nascosto il cielo; i meno attenti offervan anch' eglino, che a tali altezze la terra è sempre molto umettata dalle nu-

nuvole, che vengon ivi a romperſi; lo che ajuta a mantener perenni que' torrenti, e quelle fontane, che così ſpeſſo ſi trovano alle falde, e nelle vicinanze dei monti. Così nel tempo ſteſſo, ch'e' non piove, le nuvole ſono altrettante ſemite d'acqua, diſtribuite dai venti in diverſe contrade, e che vanno a vuotarſi verſo le montagne, donde poſcia ſi ſpandono nelle pianure per li canali ſotterranei, fattivi dalla natura. Ma le nuvole non ſi vuotano ſempre a queſto modo; il più delle volte, elleno s'addenſano o per l'azion dei venti, che le ſpingono l'une contro dell'altre, o per la condenſazione dell'aria, che le porta; e allora le loro parti riunite in gocce diventano troppo peſanti, fanno, cadendo, quel che chiamiamo *Pioggia*.

Quando queſta condenſazione ſi la lentamente, od i vapori cadono ſolfanto, perchè l'aria che li ſoſtiene ſi rareſà, come accade talvolta dopo una nebbia mattutina; allora le gocce reſtano piccioliſſime; la pioggia che formano, è finiſſima, e ſi dice che *pioviggina*. Al contrario, quando i vapori ſi condenſano precipitatamente e in una parte poco elevata dell'atmoſfera, ove l'aria ha maggior denſità, le gocce acquiſtano maggior groſſezza, e reſtano più diſgiunte le une dall'altre: come oſſerviamo quaſi ſempre nelle pioggie tempeſtoſe, o ſia ne' roveſci.

I raffreddamenti, che ſi fanno nella regione delle nuvole, non ſolamente condenſano i vapori e li convertono in pioggie; ma accade ſpeſſo che il freddo è sì grande, che li fa gelare; allora piombano giù in *neve*, o in *grandine*: in neve, ſe la congelazione prende i vapori, avanti che

ſieno

sensi riuniti in grosse stille ; imperocchè cotesti diacciuoli infinitamente piccoli, unendosi male fra essi, non possono comporre se non fiocchi leggierissimi : in grandine, se le particelle d' acqua hanno tempo d' unirsi avanti ch' essere colte dal gelo.

La grandine non dovrebbe mai essere naturalmente più grossa, che gocce di pioggia : se talor ne vediam cadere de' pezzi, ch' eguagliano in grossezza una noce, od un ovo; quest' è perchè molti grani si uniscono insieme nel cadere; ovvero quando hanno ricevuto un grado di freddo sufficiente, gelano tutte le particelle d' acqua, che toccano nella lor discesa, e diventano come i noccioli di più suoli di ghiaccio, che aumentano il lor volume ed il peso. Perciò la gragnuola grossa, è sempre molto piena d' angoli, ed i grani rotondari, non sono mai d' una densità uniforme, prendendo dalla superficie fino al centro.

Si è veduto, quantunque molto di rado, cadere in forma di pioggia o di grandine, materie, le quali non erano acqua. Nel 1695. cade in Irlanda una pioggia grossa e viscosa, che restò per 14, o 15 giorni ne' luoghi, dove s' era raccolta, e che diventò nera, seccandosi. Nelle memorie di Breslavia (Otte 1723.) si fa menzione d' una pioggia di solfo, che mise in ispavento tutta la Città di Brunswick. Gli abitatori di Copenhague, nel 1649. raccolsero pure del solfo nelle strade dopo una grossa pioggia, che n'avea l' odore. Scheuchzero osservò nel 1677. una polvere gialla che cadè abbondantemente, e che di facile avrebbe talun presa per solfo; ma esaminandola con attenzione, egli si determinò a credere

dere che questa materia venisse dal fior de' giovani pini, che son piantati ne' contorni del Lago di Zurigo, dov' egli fece questa osservazione. Si son vedute delle pioggie di sabbia, ad una considerabil distanza dal mare; e quest' era senza dubbio un effetto del vento o della tempesta, come pure le pioggie di ceneri e di pietre (se si può nominarle pioggie) sono cagionate dall' eruzioni dei Volcani.

Del resto, quando succedono tali fenomeni, si deve, prima di dare il suo giudizio, esaminarli con molta circospezione, e non cedere precipitatamente alle prime apparenze; imperocchè d' ordinario l' attenzion d' un Osservatore intelligente dilegua e rimove una falsa maraviglia, e svela una verità oscurata dalle circostanze. Se si giudicasse, esempi-grazia, senz' altro esame, che tutto quello, che si scorge di nuovo su la terra, dopo o durante la pioggia, proviene, come le goccie d' acqua, dalla nuvola o dall' atmosfera, si crederebbe col volgo, che piovino totalmente delle botte, del sangue, del grano ec. Ma quando si sa, che tutti gli animali, fino i reptili e gl' insetti hanno una generazione regolata, e che fassi per le vie medesime in cadauna spezie, che la botta, appresso a poco siccome la rana, viene da un' ovaja pesante e grossa, cosicchè elevar non si può a guisa de' vapori, e che la femmina di questa razza di animali, che fa quest' uova, ed il maschio che le feconda, non possono nell' aria reggersi: ragion costrigne a pensare, che tutti questi animaletti, nuovamente spuntati, ed ascosi sotto all' erbe, od altrove, sono determinati dalla pioggia ad uscire da' lor nascondigli; e rigettasi per ridi-

cola

cosa l'opinione, che sien casualmente nati, e che abbian potuto cadere sopra la terra la più dura e la più soda, senza schiacciarsi.

Alcune macchie rosse, onde si son trovati tinti i muri ed i tetti delle case in varj tempi, hanno fatto credere al popolo ignorante e preoccupato dal timore, che fosse piovuto sangue: gli Storici eziandio (*Plut. Dion. Tac. Liv. Plinio*, ec.) hanno trasmessi a' posteri questi orrendi fenomeni, e non han mancato di accozzarli con altri avvenimenti contemporanei, fin a che finalmente alcuni dotti (*Peiresc. Meret.*) più oculati osservarono, che la preteśa pioggia di sangue avea segnati o macchiati de' luoghi coperti, come il di sotto de' tavolati, delle porte, e delle finestre, e che subito dopo, l'aria trovavasi ripiena d'un' innumerabile moltitudine d'insetti d'una medesima spezie.

La prima di queste osservazioni prova a prima giunta, e senza replica, che le macchie rosse non erano le vestigie di una pioggia caduta dall' alto. La seconda fa conoscere col tempo qual fosse la loro vera origine: ed ecco come si spiegò il fatto dopo averci un po' riflettuto.

Quando una farfalla esce dalla sua crisalide, ella depone sempre due o tre gocce d'una ferosità rossa, che molto rassomiglia al sangue: ora vi è tal circostanza di tempo, in cui ne nasce un numero prodigioso; imperocchè cotali insetti, come la maggior parte degli altri, son fecondissimi, e se tutte l'uova venissero a bene, noi ne patiremmo gran disaggio: ancora vige la ricordanza del danno, che apportò una sola spezie di ruca nelle vicinanze di Parigi, nella

nella State del 1735. non rimasero legumi ne' paludi, e fino allo strame, o l'erba de' prati, tutto fu corroso ne' giardini e ne' campi. Qualor adunque un egual numero di ruche, diventate crisalidi, si cangiano in farfalle, quante veder non si debbono macchie rosse, posto che sieno d'una spezie, che s'attacca alle mura e agli edifizj; imperocchè molte pongonsi a terra, e molte ancora s'attaccano a' fusti delle piante: ed allor non si scorgon quasi per niente le tracce della loro metamorfosi.

Le pioggie di grani, sono anch' elleno mere apparenze, e nulla di reale, come quelle di sangue: è vero che si è veduto qualche volta, dopo un rovescio, la terra coperta d'una grande quantità di grani minuti, che somigliano in qualche modo al formento: i Contadini, che gli hanno raccolti, e che hanno procurato di farne del pane, han creduto, che fosse caduto dal Cielo, e secondo il modo di pensare della plebe, ne hanno tratte certe conghietture, riguardanti la carestia, o l'abbondanza. Ma gli uomini più illuminati, e meno soggetti a pregiudizj hanno scorto, che questi grani erano piccioli bulbi, i quali si formano in gran quantità d'una spezie di ranuncolo, chiamato *la piccola Celidonia*, ed allora tutto il mirabile sparisce; imperocchè si sa, che le radici di questa pianta sono sottilissime, ed a fior di terra; elleno sono piccole fila strisciantì, che si seccano, e che spariscono; ed i loro bulbi, che hanno più consistenza, restano isolati, e rassomigliano alquanto a grani sparsi sopra la terra.

Essendo le nuvole ammassamenti di vapori, se ne

ne fan più che altrove, di sopra de' mari e de' gran laghi, dove l' evaporazione è più abbondante. Quindi è che le pioggie, (*cæteris paribus*) sono più frequenti in vicinanza alle Coste, che nel mezzo della terra ferma, o delle grand' Isole. In Ollanda, per esempio, piove comunemente, più che ne' contorni di Parigi; e quando il vento è al mezzodì, o a Ponente, noi abbiamo d' ordinario un tempo piovoso a causa del Mediterraneo e dell' Oceano, da' quai mari non siamo guari discosti.

Si misura continuamente, nell' Osservatorio Regio, la quantità di pioggia che cade nel corso dell' anno, come da lungo tempo si pratica in Inghilterra, in Italia, in Ollanda, e in molte Città della Germania. Tali osservazioni si fanno col mezzo d' un vase quadrato o cilindrico, diviso in gradi nel di dentro secondo la sua altezza; ma però al coperto dal vento. Ogni volta che piove, si segna sopra un giornale, quante linee l' acqua si sia innalzata nel vase; e a capo dell' anno sommando tutte queste quantità, si vede qual è la somma totale della pioggia che è caduta nel giro di 12 mesi. Procedendo così, si è saputo che negli anni medj, cadono a Parigi circa 19 pollici d' acqua; a Londra 37 pollici $\frac{1}{2}$ misura d' Inghilterra, lo che fa circa 35 pollici di Francia; a Roma 20 pollici, a Zurigo 32. a Utrecht 24.

La pioggia purifica l' atmosfera, precipitando con essa tutte l' esalazioni che vi si raccolgono nel tempo asciutto, e la soverchia quantità delle quali corromperebbe l'aria, causerebbe delle malattie epidemiche. Di questo effetto ognun facilmente s' accorge, non sol perchè dopo la piog-

gia meglio si respira, ma ancor perchè l' aria diventa più diafana; gli oggetti si veggono più distintamente e più da lungi, e non mai i cannocchiali fanno così buon effetto, come dopo un rovescio di pioggia, e in un tempo di calma.

Un altro effetto della pioggia, utilissimo, è quello di rinfrescar l' aria, e di moderare il calore, che c' incomoda in certe stagioni. Se ne scopre la causa, qualor si sa che la regione delle nuvole, è quasi sempre molto più fredda, che quella parte dell' atmosfera, in cui siam noi. Quest' è un fatto, di cui non sono ignari coloro che hanno veduta la cima delle montagne coperta di neve, quando ancor fa gran caldo ne' luoghi bassi. Così, quando piove la State; ell' è acqua fredda, che filtrasi a traverso d' un' aria più calda, che però necessariamente perde allora una parte del suo caldo.

Ma di tutti i buoni effetti della pioggia, di niuno abbiam più di bisogno, e niuno ridonda in maggior nostro vantaggio, che la parte ch' ha ella nella fertilezza della terra: quando la pioggia manca per troppo lungo tempo, e quando nient' altro v' è che le supplisca, tutto diventa arido ne' campi, e la loro coltura è vana: ma quando ella moderatamente gl' irriga, ammollisce la terra, mantiene la pieghevolezza delle piante, raduna i principj del sugo nutrizio, e gli serve di veicolo, per introdurlo nelle radici, e per distribuirlo nel tronco e ne' rami.

Essendo che i vapori, che deon cadere in pioggia, sollevano insieme con loro stessi, ed incontrano nell' atmosfera le parti le più sottili di tutte quelle sostanze, che la natura fa entrare nella

sa composizione de' misti, i sali, i zolfi, gli oli, ec. le nuvole agitate da i venti, trasportano tutti questi principj da un luogo in un altro, e li distribuiscono in tal guisa, che non vengon mai meno. Per dar dunque loro il tempo di raccogliersi, si lascian riposare le terre già esauste e stanche, o pur se ne variano le semenze: imperocchè una pianta può bene spesso far senza di quello che un'altra attrae per sè dalla terra.

Le pioggie possono avere ancora de' cattivi effetti, siccome ne han de' buoni; quando sono fredde o troppo frequenti, quando cadono fuori di stagione, ritardan i progressi della vegetazione, e la maturità de' frutti, marciscono le raccolte, e fan germogliare il grano su i campi; fanno perire il salvatico, rovinano le strade, rendono impraticabile la navigazione de' fiumi, per gli allagamenti, e le rotte che cagionano; e tutti questi pessimi effetti danneggiano, interrompono il commercio, e fan venire la carestia.

Si vede molto spesso sul mare, e molto più di rado nel Continente, un fenomeno strano, e pericolosissimo, cui chiamano *Tromba* (Scione): quest' è una nuvola densa che si allunga dall' alto al basso, in forma di colonna cilindrica, o di cono rovesciato; ella gitta attorno di sè molta pioggia o grandine, e fa un romore simile a quello del mare agitato; ella poi atterra gli alberi e le case per tutto dove passa, e quando si gitta sopra d'un vascello, immancabilmente lo sommerge. I marinari, che conoscono questo pericolo, se n' allontanano più che possono; e quando non riesce loro di schivare che s' avvicini, procurano di rompere cotesta nuvola sparando il cannone, prima ch' esservi di sotto, per rimovere

l' inondazione onde, son minacciati. Pochi osservatori hanno avuto il comodo di esaminare da presso queste sorte di accidenti; e però non siamo per anche istrutti bene della maniera onde nascono. Si crede (*Mem.^r de l' Acad. des Sc.* 1727.) con molta verisimiglianza, che la nuvola determinata a girare dalla doppia impulsione di due venti contrarj, e le direzioni de' quali sono parallele, prenda la forma d' un vortice d' acqua, che s' allunga e s' allarga più o meno, secondo la velocità, con la quale gira, e secondo l' estensione in altezza de' venti che l' agitano.

Averei molt' altre cose da dire circa le meteore acquose, ma passerei i limiti che mi ho prescritti in un' opera, nella quale ho proposto, non già di dare una Storia completa degli effetti naturali, ma più tosto d' esporre le cagioni di quegli effetti, che sono i più noti, e di maggior rilievo: il Lettore che bramerà saperne di più, potrà vedere gli Autori (*Stamhusius*, *Dechales*, *Gessen*, *Musch. &c.*) che su questa materia hanno scritto *ex professo*, e le Memorie dell' Accademie principali, ove trovasi una Raccolta d' osservazioni Meteorologiche per ogni anno.

ARTICOLO II.

Dell' Atmosfera considerata come un fluido in moto.

S' osservano principalmente due sorti di moti nell' aria dell' atmosfera: l' uno è un certo fremito, impresso alle parti di questo fluido, e che le agita per alcuni istanti senza muovere di luo-

luogo o traportarle ; (*a*) l' altro è un traportamento successivo , che si fa d' un gran volume d' aria , con una velocità sensibile, e una direzione determinata. Il primo di questi due moti si chiama *suono ;* il secondo è quello, che *vento* s' appella .

Del Suono in genere .

Il Suono nasce comunemente dall' urto , o dalla collisione di due corpi , le parti de' quali scosse fanno , con esse , da tutte le parti fino ad una certa distanza , fremere il fluido che le circonda ; e questo fremito , o mormorio , si comunica agli altri corpi , che ne son suscettibili , e che s' incontrano in quella sfera d' attività ; di maniera che la stessa campana che si fa suonare , può farsi sentire da un numero infinito di persone , poste per tutt' intorno. Consideriamo dunque il suono , 1. nel corpo sonoro ; 2. nel mezzo che lo trasmette ; 3. nell' organo , che ne riceve l' impressione. Si potrebbe ancora tentare di andargli dietro fin nell' anima che ne percepisce l' idea ; ma ciò ap-

(*a*) Si potrebbe dire con questa definizione, che lo strepito del cannone spezza le vetriate d' un appartamento vicino , il che non si può fare senza un traportamento sensibile della massa d' aria che le tocca , e le profonda ; ma si vedrà facilmente dalle cose , ch' esporremo in quest' articolo , che tal commozione violenta dell' aria può talvolta accompagnare il suono o o lo strepito , ma ch' ella non è essenziale , e non s' incontra ne' casi più ordinarj .

partiene alla Metafisica, ed è fuori del mio scopo: farò, parlando dell'udito, come ho fatto nel ragionare degli altri Sensi: mi contenterò di condur l'oggetto fino alla parte dell'organo, dove si compie la sensazione, e lascerò d'esaminare, come nascono le idee, per occasion dell'oggetto sensibile.

De' Corpi sonori.

Si chiamano *corpi sonori*, propriamente detti quelli, i suoni de' quali dopo l'urto, o il fregamento, che li genera, sono distinti, comparabili, e di qualche durata. Imperocchè non debbono così nominarsi quelli, la caduta, o la scossa de' quali non fa sentire, se non uno strepito confuso, o repentino, come quello d'una corvetta, che si discarica, il mormorio d'un acqua corrente, od il mugito dell'onde agitate. Ora si osserva, che solo i corpi elastici son veramente sonori secondo questa difinizione; e che il suono che danno, è sempre proporzionale alle loro vibrazioni, sì per la durata come per l'intensione o forza.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 2. rappresenta una campana di vetro, sospesa con saldezza, fra due stipiti alzati sopra una base; si percuote leggiermente, e con più colpi gli orli di questa campana, per far che suoni: e tosto poi si fa avanzare la vite A, che ha la sua contravite nel grosso dello stipite; e si fa ella avanzare fino che l'estremità

si molto da presso alla campana, senza però toccarla.

SPIEGAZIONI.

Si sente un piccolo fremito del vetro contro la punta della vite, e questo romore dura, quanto il suono della campana sussiste.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si attacca a due pesi fissi una corda di cembalo o di viola, che ha circa due piedi di lunghezza, e con un curadenti, ovvero con una spilla, si preme sopra il mezzo di essa corda, per darle moto.

EFFETTI.

Finchè la corda risuona, la vediamo sotto la figura di un parallelogrammo BCDE, *Fig.* 3. e tal figura cessa insieme col suono, dacchè ella si tocca col dito, o con qualche altro corpo solido.

SPIEGAZIONI.

Si può considerare una campana, come una serie o fila di zone circolari, i cui diametri, decrescendo a una certa proporzione, sono rappresentati dalle linee puntate 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, *Fig.* 4. e ciascuna Zona, relativamente alla sua grossezza, considerar si può, come un anello piatto composto di più circonferenze concentriche; *Fig.* 5. Quello ch' io dirò d' uno di questi anelli piatti, debb' intendersi di tutte le Zone.

Se la materia della campana non fosse porosa, tutte le circonferenze concentriche, componenti la larghezza d' un anello, e che fan la grossezza

della campana, sarebbono altrettante linee piene e senza interuzione, come le rappresenta la *Fig.* 5. Ma però che le parti che le compongono, lasciano fra esse de' piccioli intervalli, questi anelli sono rappresentati dalla *Fig.* 6. in un modo più conforme alla natura.

Ora il Lettore si ricordi quello che abbiam detto (*Tom. I.*) spiegando il moto reflesso; "Che „ una palla elastica, la qual cade sopra un mar„ mo, perde la sua figura sferica, e non la ri„ piglia se non dopo d' essere stata per qualche „ tempo un' ellipsoide, il cui gran diametro è „ di due volte una orizzontale, e verticale „. Di qua segue, che quando si colpisce esternamente l'orlo d' una campana, ch' è un anello elastico *a*, *b*, *c*, *d*, *Fig.* 17. diventa alternativamente ovale per due versi; ed in questo stesso consistono le sue vibrazioni. Così la medesima parte della campana *a*, per esempio, portandosi di *f* in *g*, e di *g* in *f* successivamente con una grande velocità, urta altrettante volte l'estremità della vite, e fa sentire quel fremito, ch' è stato l'effetto principale della prima esperienza.

Ma quest' anello circolare non può diventare ovale fuorchè con due condizioni: primieramente, bisogna che in due luoghi opposti della sua circonferenza, le picciole lamine, od i piccioli filetti che le compongono, si pieghino subito maggiormente; e poi meno di quel che fanno allorchè compongono un circolo: secondariamente, è necessario, che ne' luoghi della maggior curvatura, quelle parti che formano gli strati esteriori, si scostino l' une dall' altre, più che nol sono nel loro strato ordinario.

In quanto alla corda tesa, convien pure ricordarsi

darsi quello che ne abbiamo detto (Tomo I.) parlando delle leggi della molla, o dell'elaterio, " che le sue vibrazioni, che ce la fan ve„ dere sotto la figura d' un parallelogrammo, „ (perchè sono sempre prontissime, e le impres„ sioni che ce la rappresentano, facendo un angolo in cima, sussistono ancora nel fondo dell' occhio, quando ne nascon dell' altre, che ce la fan vedere formante un angolo abbasso ;) che queste „ vibrazioni, dissi, si fanno in consegnenza del„ la reazione di tutte le picciole fibre, ond' ella „ è composta„ . Imperocchè quando questa corda diventa angolare, ell' è più lunga, che quando tende in retta linea da un punto fisso all' altro. Bisogna dunque che le sue menome parti si scostino un poco l' une dall' altre, per cedere a questo allungamento, e che si ravvicinino, per ridursi nella prima lunghezza.

Quindi nella corda, come nella campana, quando s' eccita il suono, io concepisco due sorte di vibrazioni, le une, che chiamerò *totali*, perchè sono del corpo sonoro tutt' intero, quelle che rendono ovali, di circolari che sono, le Zone, o fasce della campana, e che ci fan vedere una corda di viola o di cembalo sotto la figura d' un parallelogrammo; le altre, che chiamerò *particolari*, le quali appartengono alle parti sensibili, e che si possono considerare come gli elementi delle prime.

Era stato sempre creduto, che i corpi fosser sonori per le loro vibrazioni totali; ma ognuno s' è di questa falsa idea disingannato, e di tal correzione, siamo spezialmente debitori alli Signori Perault, Carrè, e de la Hire. L' ultimo di questi tre Accademici prova con una esperienza semplicis-

pliciſſima che il ſuono conſiſte eſſenzialmente nelle vibrazioni particolari delle parti inſenſibili ;
„ Si tenga, dic' egli, col dito ſoſpeſa una picco-
„ la morſa, o molla, e con l' altra mano ſi pre-
„ mano o ſtringano i due rami o le due braccia
„ per laſciarli poſcia ſcappare ; eglino mettonſi
„ in vibrazioni, ma reſtan mutole ; laddove ſe lor
„ ſi dia moto in altra maniera, cioè battendovi
„ ſopra con un dito, o con qualch' altro corpo
„ ſolido, faranno ancora delle vibrazioni, come
„ nella prima prova, ma averanno di più un
„ ſuono intelligibile: che v' è di più quì, ſe non
„ ſe un tremore nelle parti del ferro, che ſi ſen-
„ te, quando vi ſi accoſta bel bello la mano ?

A coteſte parti dunque, che fremono, dev' eſſere il ſuono attribuito ; e dopo queſta eſperienza ſi debb' eſſere perſuaſo, che ogni volta che ſarà poſſibile ſeparare queſte due ſpezie di vibrazioni, non ſi averà mai alcun ſuono con quelle che chiamiamo totali ; ma quando queſte naſcono dall' altre, (e queſt' è il caſo più ordinario) quantunque elleno non facciano il ſuono per ſe ſteſſe, ne regolano tuttavia la forza, la durazione e le modificazioni.

APPLICAZIONI.

La ſpiegazione delle due Sperienze ſoprallegate, può ſervire, a render ragione di molti fatti che ſi riferiſcono a queſta materia, e che meritano attenzione. Perchè, eſempigrazia, ſi fan le campane d' un metallo compoſto di ſtagno e di rame roſſo ? Perchè ogni metallo compoſto è più duro, e più rigido, e per conſeguenza più elaſtico che i metalli ſemplici, ch' entrano nel miſcuglio : e ſendo che i corpi ſonori, tanto più ſono tali,

quan-

quanto le loro parti hanno più d' elastico, si collega e s' unisce insieme la materia delle campane e de' timpani per trarne maggior suono. La maggior parte de' sonagli o campanelli tuttavolta, è di rame; ma quest' è un cattivo rame, un metallo divenuto aspro: essendo questa materia molto dura, rigida, e frangibile, ell' è più dolce, quando si fanno de' campanelli d' argento per li gabinetti, e studj; non ponno avere se non suono cattivo, se il metallo è senza lega; o se non vi si supplisce, gittandolo nella fucina, e battendolo freddo, lo che gli dà più elaterio.

Si fa cessare di repente il suono d' una campana; col toccarla colla mano, o con altro corpo, perchè s' interrompono le vibrazioni. Per questo i timpani o le campane degli orologj, quando sono coperte di neve, suonano con voce muta, nè più nè meno che i tamburi, che si cuoprono a tal fine di panno nelle cerimonie lugubri. Per la stessa ragione una campana fessa non può continuare le sue vibrazioni, perchè i labbri della fessura si urtano reciprocamente, e fanno, l' uno riguardo all' altro, ciò che potrebbe fare un corpo straniero, che toccasse la campana. Il suono sarebbe probabilmente meno interrotto, se in vece d' avere una semplice fessura, ella fosse aperta la larghezza d' un dito traverso o più. Si può osservare ancora, che gli Orivolaj hanno sempre l' avvedimento di far, che i martelli de' timpani sieno di nuovo in un subito alzati dopo il colpo, e vi riescon mediante una molla, acciocchè il medesimo corpo che ha eccitato il suono, non lo alteri, rimanendo troppo a lungo attaccato o combaciante il corpo sonoro.

Poichè il suono non è mai altro che una serie di

di vibrazioni, si dee concepire, che niun suono è assolutamente continuo; se tale ci appare, si è perchè il silenzio da una vibrazione all' altra è troppo corto, nè però avvertibile. Niuna cosa è più capace a persuadere di questa verità, che un istrumento suonato a piva, come l' aboè, o la cornamusa: una piva è composta di due laminette elastiche, e sottili, di metallo, di legno, o di qualche altra materia; elleno sono da un capo congiunte, e formano insieme un picciol tubo, dall' altro capo sono piatte, e s' approssimano molto senza però toccarsi. Quando il soffio della bocca, od il vento d' un manticetto fá giocare o muovere la piva, le due lamine battono l' una contro l' altra con un' estrema velocità, e mandano un suono che pare così continuo, come quello d' un flauto, o d' un violino. Frattanto provenendo questo suono da' colpi moltiplicati d' una laminetta sopra l' altra, è incontrastabile che vi è un piccolo intervallo tra i battimenti, e che il suono, che mandano non è continuo.

Similissima a quella d' una lenguella o piva, è la meccanica, per cui si forma la voce di moltissimi insetti; imperocchè è un errore credere che il ronzare delle mosche, lo stridere delle cicale, quel delle cavallette, e de' grilli, provenga dalla bocca di cotesti animaletti, o dagli organi per mezzo de' quali ricevono il loro nutrimento: in alcuni di essi attribuir si dee la lor voce ad un certo battimento delle ali; in altri al moto d' una spezie di tamburro, che hanno talor nel ventre, come la cicala; e talor su la schiena, com' è facile osservarlo in certe cavallette, che si ritirano ne' spinaj, e che non hanno ali.

Ma

Ma debb' egli sempre il Suono l' origin sua all' urto, od ai battimenti di due corpi solidi, come quello d' una campana, ch' è battuta da un martello, o quello d' una corda ch' è pizzicata dall' unghia o dall' estremità d' una penna; Sono forse i fluidi sonori per se stessi; ovver percossi eglino da corpi duri, sono per avventura capaci di mandar questi suoni?

Sappiamo a qual partito attenerci su tali questioni, quando riflettiamo un poco sopra certi effetti che giornalmente presentansi. Una battuta di sferza, che un carrettiere, od un postiglione risuonar fa; il ronzamento d' una piccola afficella che un fanciullo fa girare all' estremità d' un funicolo; il fischiare d' una bacchetta che scuotesi con grande velocità, che altro è, senonse il suono dell' aria battuta da un corpo duro? In tutti questi casi, e in altri infiniti, è dunque un fluido che risuona, le cui parti si mettono in vibrazioni per essere state percosse da un corpo solido. Nel suono d' un zufolo o d' un flauto, io non veggo altro, che un certo volume d' aria, che parte dalla bocca del suonatore, per colpire un' altra massa d' aria contenuta nell' istrumento: imperocchè io penso che le vibrazioni del legno non ci entrino per niente, (se non se forse per trasmettere con più o meno di scroscio, il suono già formato). Quel che mi fa credere che le vibrazioni del flauto non partecipano alla formazione de' suoni ch' egli manda, si è, ch' esso strumento si tiene e si tocca mentre è eccitato, e mentre suona, così che le sue vibrazioni, se il legno ne avesse, cesserebbono a questi toccamenti. L' istrumento non serve dunque ad altro, per dir così, che di misura e d' involgimento al volume d' aria

ria, su cui si soffia; e dir si può che tutti i casi, che a questo essenzialmente somigliano, sono tanti esempj di suono mandato da' fluidi, che si urtano fra loro.

Vi ha delle persone, come è noto, che rompono un vetro o bicchiere col suono della loro voce, presentando l'apertura della coppa alla lor bocca. Non è già, come certuni hanno creduto, che ciò facciano, prendendo un suono aspro e dissonante, nè come ha preteso il Morofio (*Morhof. de Scyh. vit. per cert. humanæ vocis sonum fracto*), (che ha fatto una dissertazione intera sopra questo fatto) per lo penetrar che fa l'aria agitata dalla voce, e che lo sforzi ad aprirsi. Tutt'al contrario succede la frattura, con prendere l'unisono del vetro, e solamente sforzando la voce; imperocchè allora si aumenta la grandezza delle vibrazioni totali, e per conseguenza di quelle vibrazioni particolari, da cui elleno risultano; ma però che queste seconde vibrazioni non possono seguire senza che le parti diventan troppo grandi; lo scostamento di queste parti giugne fino alla separazione, o soluzione del continuo, ed allora il vetro va in pezzi; a dir tutto in breve, la voce sforzata, fa sul vetro quello che fa un archetto, che si strascina troppo forte sopra un cantino. E questo pure è un esempio del suono eccitato, o almeno, cresciuto, in un corpo solido coll'urto d'un fluido.

Del mezzo, che trasmette i suoni.

Le vibrazioni d'un corpo sonoro, farebbonsi in un perfetto silenzio, se non vi fosse tra lui e noi una

una qualche materia capace di ricevere e trasmettere questa spezie di moto: imperocchè tal è l'ordine della natura, che un corpo non opera sopra d'un altro, se non lo tocca per se medesimo, o per mezzo di qualche materia interposta; e di cui tutti quelli che hanno escogitate delle eccezioni a questa legge generale, si può dire, che niuno ne ha per anche date delle prove sufficienti. Ma quand' anche il corpo sonoro operasse sopra una materia la propagazion del suono non averebbe ancor luogo, se questa materia o inflessibile o troppo molle, non fosse atta ad ammettere e concepire il medesimo moto ch'esso corpo gl'imprime. Ecco dunque due condizioni egualmente necessarie, e bastevoli, nel mezzo che dee trasmettere il suono: primieramente debbe egli avere una certa condensità, affinchè le sue parti adoperino con assai di forza, e di libertà le une sopra le altre: secondariamente, debb' essere elastico, perchè il moto di vibrazione nasce dalla molla delle parti. Le sperienze, che quì seguono, verranno per prove di queste due proposizioni.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si ferma su la piastretta d'una macchina pneumatica, *Fig.* 8. un piccolo congegnamento di ruote di oriuolo, che quando si muovono fan pur movere due martelli, che battono alternativamente un timpano. Questo istrumento è fermato sopra una base di piombo, guernita per di sotto d'un coscinetto pieno di bambagia o di lana. Quest' istrumento è rappresentato più in grande; (*Tom. I.*

Le-

Lezione 3. *Tav.* 2. *Fig.* 5.); si cuopre il tutto con recipiente, che nella sommità è guernito d' un piccolo collo foderato di pelli non concie: il gambo di metallo che passa a traverso, serve ad allentare la piccola lieva F, per dar moto e far correre le ruote, subito che si è rarefatta l'aria del recipiente colla maggior esattezza.

EFFETTI.

Se l' aria è sufficientemente rarefatta, ed il gambo, o ramo inserto nel collo di pelli, non tocca più la lieva che distende e dà moto, si vede i martelli battere, nè si sente suono alcuno; ma se l'istrumento tocca la piastretta, il recipiente, o qualche altro corpo duro, che comunica al di fuori, come il gambo o manico di metallo, che ha servito ad allentare la lieva, si sente un poco il tocco de' martelli.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si ha da collocare un svegliarino sopra una piastretta di piombo, grossa da 4 in 5 linee, che cuopresi poi d' un piccolo recipiente, di cui si lotano o attaccano gli orli sul piombo con della cera molle: quindi si sospende il tutto con 4 fila, riunite al di sopra del recipiente, per immergerlo in un gran vase cilindrico, che contiene da 30. boccali d' acqua purgata d' aria. Vedi la *Fig.* 9.

EFFETTI.

Quando lo svegliarino suona, egli si sente, tuttochè sia attorniato da più pollici d' acqua per tutte le parti; ma il suono pare molto tenue e indebolito.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

Un timpano o campanellino, che fa le sue vibrazioni nel vuoto, non le può comunicare a cosa alcuna; per conseguenza, non operando elle il suono, se non quando si trasmettono, debbon succedere in un profondo silenzio. Per verità non vi è un vuoto assoluto nel recipiente della nostra esperienza; ma l'aria, che°vi rimane, è rarefatta così, che le sue parti, allor troppo lasche, non hanno quasi punto di reazione. Manca a cotesto fluido la prima delle due condizioni, che abbiam di sopra notate, cioè una densità sufficiente, che metta le parti in istato di oprare con forza le une sopra dell'altre.

Si dirà forse, che in mancanza dell'aria grossiera, vi è sempre in questo vase una materia più sottile; se non altro, vi è quella della luce o del fuoco; ma probabilmente questa materia, qualunque ella sia alla fine, atta però non è alla propagazion del suono, o perchè il suo elaterio non è analogo a quello de' corpi sonori, o perchè questi non hanno presa forza sopra di essa, a causa dell'estrema facilità con cui ella penetra tutti i corpi.

Questa esperienza del timpano, o d'un campanellino nel vuoto, sì nota, e replicata ne' collegj, ha indotto molti a conchiudere, che l'aria è il solo mezzo idoneo alla propagazione del suono. Ch'ella gli sia idonea, e più di ogni altro mezzo, non v'è ombra di dubbio; ch'ella sia il mezzo solo idoneo, credo che sia troppo l'asserirlo. Imperocchè, per qual ragione questa esperienza medesima non riesce a grado di quei che la fanno, quando non avverton bene d'isolare il corpo sonoro, d'impedire,

ch' ei non tocchi immediatamente la piastretta, il recipiente, o qualche altro corpo duro, che al di fuori comunichi. Non accade egli ciò perchè il suono si trasmette da' corpi solidi, che hanno comunicazione da una parte col campanello, e dall' altra coll' aria esteriore?

Oltre di che, la quarta esperienza par che non lascia sopra di ciò alcun dubbio. Se il suono non potesse trasmettersi, se non per l' aria, perchè s' avrebbe egli a sentire, quando il corpo sonoro, chiuso nel vetro, e nel piombo, trovasi di più immerso in un vase pieno d' acqua? Non è egli forza confessare, che il suono si comunica dallo svegliarino all' aria, che lo circonda, dall' aria al recipiente, dal recipiente all' acqua, e dall' acqua all' aria esterna?

Dirassi per avventura, che questa comunicazione non si fa per mezzo delle parti proprie del vetro, e dell' acqua, ma di quelle dell' aria ch' eglino contengono, e che trovasi naturalmente in tutti i corpi?

Questa obbiezione è stata da me prevenuta, quando ho detto, che mi servo d' acqua purgata d' aria: e quando si continuasse ad oppormi, che tutta l' aria ch' è nell' acqua, non vien tolta mai, potrei rispondere che ne ho tolta una gran parte, e che se quest' aria contribuisse necessariamente alla propagazione del suono, dovrei trovare almeno una differenza sensibile, ripetendo la medesima esperienza con pari quantità d' acqua non purgata d' aria, lo che non mi è mai accaduto di vedere, per quanta attenzione ci abbia posta.

Se qualche ragione potesse far dubitare, che le

le parti dell' acqua fossero capaci per se stesse di trasmettere i suoni; sarebbe l' opinione che si tiene comunemente, che i liquori non sono compressibili; imperocchè se rigorosamente fosse vera quest' asserzione, non avrebbono i liquori elasticità; ed ogni corpo che non è elastico, non è tampoco suscettibile d'un moto di vibrazione.

Ma a qual fondamento poi è appoggiata la opinione, che i liquori sieno incompressibili? Eccolo quì: Perchè gli Accademici di Firenze; e molti altri Fisici, che gli hanno messi alla prova, non hanno mai potuto ristrignere il loro volume, mercè la compressione. Ma basta ciò per stabilire senza restrizione, che i liquidi non sono compressibili? Quanto più saggia conclusione non sarebbe stata, dire, che s' eglino si comprimono agli sforzi che impiegar possiamo a tal fine, questo si riduce a sì piccola quantità, che il lor volume non si diminuisce mai sensibilmente?

Niun fatto cognito, prova dunque l' assoluta incompressibilità dell' acqua; io ho esposte altrove delle ragioni (*Tomo I.*), che fortemente combattono questa opinione; e parmi, che la nostra ultima esperienza finisca di distruggerla: imperocchè se l'acqua trasmette il suono, ella è elastica; e se è elastica, convien che sia compressibile.

APPLICAZIONI.

Poichè il suono si trasmette per li corpi solidi come lo provano in maniera incontrastabile le avvertenze, che convien usare per far riuscire la prima delle esperienze precedenti, non dee recar più maraviglia un fatto, che dà trastullo a' ragazzi, e ch' eccita all' atten-

zione gli uomini più ſerj, ed è il ſentir che ſi fa diſtintamente la percoſſa d' una ſpilla ſu l' eſtremità d' una lunga trave, quando s' applica l' orecchia all' altro capo : imperocchè a cagione delle continuità delle parti queſta percoſſa è rimandata all' aria che tocca l' eſtremità oppoſta del pezzo di legno. Tuttavolta pare ſempre ſtrano, come il romore (in queſto caſo) perda sì poco della ſua forza nel giugnere ad una sì grande diſtanza ; mentre appena può egli ſentirſi a traverſo della groſſezza della trave medeſima ; probabilmente ciò accade, perchè le fibre longitudinali del legno ſono molto meno interrotte dalla loro poroſità, che non lo è l' adunamento di quelle fibre, le quali formano la groſſezza del legno.

Non ſolamente il ſuono eccitato nell' acqua ſi traſmette all' aria dell' atmoſfera ; ma ancor quello che naſce nell' aria paſſa nell' acqua, ed ivi fa ſentire tutte le ſue modificazioni. Io ho avuto la curioſità di tuffarmi a bello ſtudio in un' acqua tranquilla, ora più a fondo, ora meno, ed ho ſentito diſtintiſſimamente ogni ſorte di ſuono, e fino le articolazioni della voce umana.

E' vero che tutti queſti ſuoni erano molto indeboliti, ſenza dubbio perchè le parti dell' acqua, molto meno fleſſibili, che quelle dell' aria, aver non poſſono vibrazioni nè così ampie, nè di così lunga durata : ma l' oſſervabile ſi è, che queſt' indebolimento ſegue quaſi tutt' intero, nel paſſar del ſuono immediatamente dall' aria nell' acqua ; imperocchè in una profondità di tre piedi ſentiva quaſi così bene, come in una di tre pollici.

E' una queſtione tra i Naturaliſti, ſe i peſci,

ſci, ſiccome ſon muti, così anco ſieno ſordi, e quantunque i più dotti, e valenti l' abbiano ſtudiata (*Plinio*, *Boyle*, *Artedi*, *Rondeletio ec.*), ell' è ancora indeciſa, con gran ſtupore del volgo, che giudica ſempre dalle prime apparenze, e dall' analogia la più ſuperficiale. " Tutti gli „ altri animali ſentono; perchè non ſentiran„ no i peſci? I peſci fuggono come gli uccelli „ quando ſi fa dello ſtrepito, dunque non men „ gli uni, che gli altri ne ricevono ſpavento „. Ma il volgo non ſa, che ne' peſci non conoſciamo nè vediamo vere orecchie, nè altra coſa, che ne faccia l' ufficio. Egli ignora di più, che ſi ſuole conſiderar l' acqua, ch' è il loro naturale elemento, come incapace di molla, e che ciò ſuppoſto, con molto fondamento noi la crederemmo impermeabile al ſuono. Se il peſce fugge quando ſi fa dello ſtrepito biſogna eſſere ben certo, ch' egli non abbia potuto ſcorgere alcun movimento che l' abbia determinato a fuggire; ed io ſo per me ſteſſo, che queſta non è coſa così facile a decidere, almeno per chi ſi vuol guardare da pregiudizj.

Comunque il fatto ſtia, ſe il peſce non ſente i ſuoni che vengono dall' aria, non viene già l' impedimento dall' acqua, poichè l' acqua il traſmette; non tengo nè meno per ragione, che renda aſſolutamente certa la ſua ſordità, il mancar l' orecchie ſimili a quelle degli altri animali: queſt' organo, nel peſce, potrebbe eſſere diverſamente coſtituito, da quel ch' egli è negli animali, che reſpirano l' aria; chi ſa, che queſto ſentimento non ſia univerſale per li peſci come l' è il tatto per noi? Quel che mi muove un tal ſoſpetto, ſi è, che avendo immerſo con me medeſimo alcuni corpi ſonori lo

ſtrepito od il ſuono, che con eſſi feci naſcere nell' acqua, mi facea una certa impreſſione in tutto il corpo, ed un certo univerſale commovimento ſenſibiliſſimo, lo che viene ſenza dubbio dalla grande ſolidità delle parti dell' acqua.

Per qualunque mezzo, che ſi traſmetta il ſuono, egli impiega nel traſmetterſi un tempo ſenſibile, anche ad una mediocre diſtanza; diverſo in ciò dalla luce, la cui propagazione ſi fa in un iſtante breviſſimo, benchè ſien grandiſſime le diſtanze. Queſta differenza è un mezzo comodo, e di cui s' è fatto uſo, per miſurare la velocità del ſuono. Imperocchè, ſe ſi fa tirare la cannonata, ad una cognita diſtanza, ſi può prendere ſenza error ſenſibile, il balenar della luce che ſi vede, per ſegnale del ſuon naſcente; e ſi computerà col mezzo d' un pendulo, che ſegni i ſecondi, il tempo che ſcorrer dee prima di ſentirſi lo ſcoppio. Così il tempo ſarà noto come lo ſpazio, e di quì ſi dedurrà la velocità.

Queſta eſperienza fatta, e ripetuta ha già lungo tempo, dall' Accademia del Cimento, dai Signori Flamſtedio, Halleio, Derrham, ec. avea fatto conchiudere la velocità del ſuono, di 180 pertiche, miſura di Francia, per ogni ſecondo; ma reſtava ancora qualche incertezza circa gli effetti riſultanti, o perchè non s' accordavano perfettamente tra eſſi, o perchè s' erano adoperate diſtanze troppo poco notabili. Nel 1738. l' Accademia delle Scienze (*Mem. de l' Acadèm. des Sc.* 1738. *p.* 128.), per terminare preciſamente queſta quiſtione, che utilmente applicare ſi può, ed alla Geografia, ed alla ſicurezza della navigazione, commiſe alli

Si-

Signori de Turi, Maraldi, ed all' Abate de la Caille, che facessero l' esperienze necessarie, a ciò dirette, e v' usassero tutte le dovute cautele. Questi Accademici fecero le loro operazioni sopra una linea di 14636. pertiche che avea per termini la torre di Montlheri, e la piramide di Montmartre; ed ecco quai ne furono i principali effetti, o risultati.

1. Il suono percorre 173 pertiche, misura Parigina, in un secondo di tempo, di giorno o di notte, in tempo sereno, o piovoso. Il moto della luce non ha dunque parte nella propagazione del suono: ed i vapori mescolati colle particelle dell' aria non interrompono il moto di vibrazione.

2. Se fa un vento, il quale abbia una direzione perpendicolare a quella del suono, questi ha la medesima velocità, che averebbe in un tempo di calma.

3. Ma se il vento soffia nella linea medesima ch' è percorsa dal suono, lo ritarda o l' accelera secondo la sua propria velocità; vale a dire, che con un vento favorevole il suono percorre 173 pertiche per ogni secondo, più la velocità del vento; ed al contrario succede, se il vento è direttamente opposto. Ed ecco perchè, quando il vento muta direzione, e velocità, si sentono dal medesimo luogo certe campane, che in altri tempi non si possono sentire. Quindi conoscendo la velocità del suono accelerata per mezzo del vento, si potrà conoscere la velocità propria del vento; imperocchè togliendo dalla velocità accelerata del suono 173 pertiche per secondo; il resto sarà la velocità del vento.

5. La velocità del suono è uniforme, cioè,

in tempi eguali, e presi seguitamente, egli percorre sempre spazj simili.

5. L'intensione o la forza del suono non muta niente nella sua velocità: quantunque un suono più forte si senta più lontano, che un più debole, questi percorre, come l'altro, 173 pertiche per secondo.

Tutte queste cognizioni, e le prove onde si sono acquistate, somministran de' mezzi idonei, e comodi, per misurare l'estesa de' luoghi, dove l'operazioni geometriche non sono necessarie o praticabili, come la larghezza de' laghi o de' fiumi alla loro sboccatura. Imperocchè, supposto che dopo d'aver veduta la luce di un'arma da fuoco, ogni secondo di tempo corrisponda ad una distanza di 173 pertiche, e facilissimo sapere quanto numero di secondi sia scorso, fin al momento in cui si fa sentire lo strepito. Il medesimo mezzo può essere d'un grande ajuto in un tempo nuvoloso, per li vascelli che temono di romperfi su le Coste; imperocchè se in vece d'un fanale, che in simil caso non si vede molto da lungi, si facesse tirare di quando in quando de' mortaletti, o qualche cannonata, questo lume, ch'è assai più attivo, e più acuto, indicherebbe molto meglio il luogo, che si deve evitare, o al qual approdar si dee; e lo strepito che succederebbe, ne dinoteria la distanza a' providi, e destri naviganti.

Abbiam detto di sopra, che i corpi sono tanto più sonori, quanto hanno più di densità, e nel medesimo tempo più di elastico: la stessa cosa è da dirsi di tutti i mezzi, che trasmettono il suono; e però che fra tutti l'aria è quello che ci è più familiare, lo preferi-

feriremo quì nella sposizione di alcune sperienze.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

A B Fig. 10. è una grossa tavola, su la quale sono eretti due pilieri C D, che ricevono nella sommità un traverso E F; questo ultimo pezzo è soggettato da due viti, che lo fan discendere, quanto è necessario, per premere fortemente un recipiente di vetro assai grosso. Questo vase riposa da una parte, sopra pelli ammollate, ed è serrato in alto con una piastretta di metallo, guernita pure d' una pelle ammollata di sotto, di maniera, che l' interno del recipiente, quand' è serrato nel suo telajo, non comunichi se non con la tromba pressoria G, per mezzo d' un picciolo canale, in cui s' è a posta fatto un galletto, od una chiave di comunicazione. Questa tromba è affatto simile a quella che abbiam descritta di sopra, favellando della fontana di compressione; voglio dire, ch' ella ha nella sua estremità, immediatamente avanti la chiavetta di comunicazione, una piccola lenguella, che permette all' aria l' uscita dalla tromba, ma non il rientrarvi dal recipiente, quando si solleva lo stantuffo: così essendo la chiavetta aperta, si può condensar l' aria nel recipiente, attorno d' un campanello ch' è sospeso in modo, che si può farlo suonare agitando quinci e quindi un poco il telajo.

Essendo, che l' aria fortemente condensata fa un grande sforzo, si avverta bene di rivestire il vase con una specie di rete di filo grosso, affin-

affinchè, se veniſſe a crepare, le ſchieggie non cagionaſſero qualche danno.

Per condenſar l'aria in proporzioni note, biſogna chiudere nel recipiente un piccolo ſifone ripiegato, il cui ramo più lungo ſia chiuſo, che contenga, nel ſito della ſua piegatura, un poco di mercurio, o di liquor colorato, Fig. 11. imperocchè a miſura che l'aria diventerà più denſa, premendo per la parte o ramo più corto ch'è aperto, sforzerà il liquore ad aſcendere nell'altro ramo, e condenſerà l'aria *a b*, quanto ſarà denſa ella ſteſſa: così quando queſta piccola colonna d'aria ſarà rinſerrata in uno ſpazio più piccolo, che prima, d'un terzo o della metà, (lo che ſi conoſcerà da' gradi ſegnati ſu la tavola,) ſi giudicherà che l'aria del recipiente è condenſata d'un terzo o una volta di più.

EFFETTI.

Quando l'aria è ſtata condenſata nel recipiente, il ſuono che manda il campanello, è ſenſibilmente più forte, che non ſuole eſſere quando l'aria è nel ſuo ſtato naturale; imperocchè allora egli ſi ſente più da lontano.

SPIEGAZIONI.

Poichè il ſuono conſiſte eſſenzialmente nelle vibrazioni di tutte le parti che compongono il corpo ſonoro, debb'eſſervi più ſuono, dove ſi trovan più parti ſonanti, ed un elaterio più attivo: ora queſte due coſe s'incontrano, quando l'aria è più condenſata: le ſue parti ſono più riſtrette; ve n'ha un maggior numero in un dato ſpazio, e la molla di ciaſcheduna di queſte parti è più teſa; l'aria, in queſto ſtato, deve dunque eſſere più ſonora, che quando è più rara.

Haux.

Hauxbèe (Transact. Phil. n. 321.), Autore di questa Esperienza, non si è contentato d'imparare in genere, che il suono diventa più forte quando la densità, e l'elaterio dell'aria s'aumenta; ha egli di più cercate le proporzioni di questo accrescimento. Innanzi che condensar l'aria, egli ha segnata la distanza, nella quale cessavasi di sentire il campanello chiuso nel recipiente; poi avendola condensata una volta di più che nel suo stato ordinario, trovò che il suono si sentiva ad una distanza una volta più grande; e che dopo aver triplicata la densità dell'aria, sentivasi il suono tre volte più lontano ec.

Che s'aveva egli da conchiudere da tali effetti? Che il suono s'aumenta in ragione diretta della densità dell'aria? No, la proporzione è più grande; imperocchè quando si sente il campanello ad una distanza doppia, bisogna che ad una distanza la metà men grande il medesimo suono sia quattro volte più forte, ed eccone la ragione. Il corpo sonoro comunica da tutte le parti le sue vibrazioni all'aria che lo circonda; la sua azione si propaga dunque per raggi di questo fluido, che vanno sempre scostandosi gli uni dagli altri, come quelli d'una sfera, e l'orecchia che ascolta diventa la base d'un cono d'aria avvivata, e mossa dal corpo sonoro ch'è nell'apice. *Vedi la Fig.* 12.

Ora è noto a tutti quelli che hanno alcune nozioni di Matematica, che quel circolo, ch'è due volte più grande d'un altro, racchiude con la sua circonferenza uno spazio, che ha quattro volte più d'estensione; e per esprimere questa proporzione in una maniera generale i circoli sono tra loro come i quadrati de' loro diametri:

così

così il cono *abc* ha una base quattro volte più estesa che *ade*, ch'è una volta più corto; imperocchè *de*, diametro di questo, è sol la metà di *bc*, diametro dell'altre: e per conseguenza, se l'apertura dell'orecchia, che si suppone circolare, è d'un diametro eguale a *de*, quand'ella è posta alla prima distanza, riceve quattro volte più di raggi sonanti, che non ne riceve alla seconda distanza.

Per la stessa ragione ella ne riceverebbe 9. volte meno alla terza, 16. volte meno alla quarta, e però che 16. è il quadrato di 4; 9 il quadrato di 3; 4 il quadrato di 2; si può dire generalmente, che *il suono scema come il quadrato della distanza che cresce*.

Ma poichè avendo raddoppiata la densità e la molla dell'aria insieme, sentesi il suono due volte più lontano di prima; poichè con un'aria 3 volte più densa, e 3 volte più elastica, egli si sente ad una distanza 3 volte più grande; seguitando il principio dinanzi spiegato, bisogna che l'intensione o attività del suono sia, o come il quadrato della densità, o come il quadrato dell'elasticità dell'aria, ovver come il prodotto dell'una moltiplicata per l'altra. Il Signor Zanotti, curioso di sapere qual di queste tre leggi fosse quella della natura, s'è finalmente attenuto alla terza, dopo più e più esperienze non meno ingegnose che dilicate, delle quali giova vedere le particolarità nelle sue opere, o negli estratti che se ne son fatti (De Bononiensi Scient. & Artic. instituto Commentarii p. 176.)

Segue da tai principj, fondati su l'esperienza, e sul raziocinio, che i corpi sonori devo-

no

no farsi sentire più fortemente in un tempo freddo, che quando fa assai caldo, poichè allora l' aria è più condensata, ed ha più di molla; ma questa aumentazione di densità non è tanto notabile probabilmente, che abbia un effetto sensibile in riguardo ai suoni, o pure facendosi questi cangiamenti per gradi e lentamente, quello che ne risulta per l' accrescimento o per la diminuzione de' suoni, non è appena osservabile.

Ognun conosce l' effetto delle trombe parlanti, o trasportatrici della voce: il Cavaliere Morland, ed altri che dopo lui si sono applicati a perfezionare questo istrumento, per ch' abbiano avuto solamente per oggetto la direzione de' raggi sonori, e che abbiano a questa sola cagione riferito l' accrescimento del suono: quindi è, che il Signor Hase vuole, che detto istrumento sia composto di due parti, una delle quali sia elliptica, l' altra parabolica, Fig. 13. e ch' elleno abbiano un fuoco comune in *b*, affine, dic' egli, che i raggi partendo dalla sboccatura *a*, primo foco della porzione elliptica, ed essendo riflettuti da tutti i punti *c*, *d*, *e*, *f*, ec. s' incrocicchino nel foco *b*, che è comune alla porzione parabolica, per essere poi riflettuti parallelamente dai punti *h*, *i*, *k*, *l*, ec.

Non si può sicuramente negare, che questa forma, o qualch' altra forse ancora più vantaggiosa, non contribuisca molto ad aumentare il suono nella direzione *a g*, o secondo l' asse dell' istrumento; poichè debbe trovarsi, con tal mezzo, tanto moto nella colonna d' aria *i l m n*, quanto ve ne sarebbe in tutto l' emisfero, il cui centro fosse occupato dalla bocca di un uomo,

mo, che parlasse senza la tromba. Ma debb' ella poi questa ragion soddisfare, quando dimandasi, perchè a lato, e di dietro dell' istrumento, il suono paja tanto accresciuto? Seguitando la reflessione del suono le stesse leggi, che quella della luce, supponiamo, che la tromba parlante sia nell' interno liscia come uno specchio, e collochiamo in *a* un punto radioso come una sottil candela; che avverrà? La luce sarà condensata, e farà più chiaro certamente in *m n*, che non vi farebbe senza l' ajuto dell' istrumento; ma tutti i luoghi d' intorno vicini, in vece d' essere più illuminati, saranno in una grande oscurità, in riguardo al suono dunque v' è qualch' altra cosa, oltre un moto riflesso, in conseguenza della figura della Tromba parlante. Nè ciò negar si può, e generalmente diremo, che il suono cresce, tutte le volte, che il corpo sonoro imprime il suo moto ad un' aria ch' è appoggiata, e non libera; la voce si fa meglio sentire nelle strade d' una Città che in rasa campagna; e meglio ancora in una camera chiusa, che nella strada: perchè le particelle d' aria che sono state più fortemente piegate, fan vibrazioni più grandi; e l' aria, come ogni altro elaterio, si comprime tanto più, quanto men si traporta, o si muta di luogo, mentre la potenza compressiva adopera sopra di essa.

Ma quest' aumento pel suono cagionato dall' immobilità dell' aria, è ancor più sensibile, quando è un corpo duro che ferma, e che sostiene le parti di questo fluido. Un Oratore si fa meglio sentire, quando vi è meno di gente che sta ad ascoltarlo, e quando il luogo dov' egli parla, non è fornito, e coperto di tapezzerie o

d' al-

d'altra guisa: imperocchè allora il suono, in vece d'infievolirsi, o rintuzzarsi, dirò così, siccome succede quand'egli batte in corpi molli e senza reazione, ritorna sopra se stesso, o si porta ad un altro lato secondo la maniera ond'egli è riflettuto. Per questo lo strepito del suono, quello del cannone o d'un fusile, si sente più lontano nelle valli, e lungo i fiumi, che nella pianura, negli acquidotti, e negli antri sotterranei a volta, la più debil voce si trasmette intelligibilmente da un capo all'altro. Per la ragione istessa d'un'aria immobile, (per altro gagliardamente compressa, ed appoggiata a pareti dure) un uomo serrato nell'acqua sotto la campana del palombaro, poco mancò non isvenisse per l'intronamento in lui causato dal suono d'un cornetto che provò di suonare (Sturm. Colleg. Cur. Tom. II. Tentam.). Deesi spiegare col medesimo principio ciò che rende attoniti alcuni curiosi, quando in certi edifici a certa foggia costrutti, lor sentire si fa la più bassa voce da un angolo all'altro, senza che gli astanti posti per tutt'altrove nel luogo medesimo, eccetto, che ne' detti angoli, possano udire pur una parola; imperocchè cotesti angoli sono ordinariamente continuati alla volta, e contengono una porzione d'aria che non si cambia di luogo, o non viene traportata, e nella quale il suono diventa, e si conserva più forte, e la figura della volta cagiona reflessioni tali, quali fan di mestieri per trasmetterlo.

Finalmente quando la massa d'aria che riceve il suono, trovasi contenuta da pareti, ch'essendo dure, sono ancora ed elastiche e sottili, al primo effetto, poc'anzi riferito, se ne aggiugne un altro; non solamente il suono cre-

sce

sce al di dentro, perchè l' aria interna è saldamente appoggiata ; ma questo medesimo suono aumentato si trasmette altresì all' aria esterna, perchè batte un corpo elastico, e gli dà moto. Per prova di ciò, si tolga, o si spezzi, o soltanto si allenti una delle pelli d'un tamburro ; battendo su quella che resta, non se ne caverà tanto suono come prima; e perchè ? Perchè l' aria contenuta nella cassa non ha più appoggio abbasso ; laddove quand' è appoggiata sopra una pelle ben tesa, ella riceve più moto, perchè maggiormente resiste ; e lo comunica al di fuori, perchè riposa sopra un corpo elastico.

Ora si vede bene, perchè il suono cresca, non solo nella direzione della Tromba parlante, ma ancora in tutto il dintorno ; imperocchè quest' istrumento, che si sa, è fatto di foglie di metallo sottili, e per conseguenza attissime a trasmettere al di fuori il suono, che cresce assai di dentro, perchè la massa d' aria, ch'è dalla voce colpita, è contenuta da pareti assai dure.

Quello ch' io dico della tromba parlante, si può intendere d' ogni altro istrumento, eziandio di quelli da corde; imperocchè, per esempio, perchè fa egli mestieri, che un cembalo, od un basso di viola, sia una cassa di legno sottile ed elastica? Perchè altrimenti il suono delle corde comunicherebbesi ad un' aria vaga e non appoggiata, la quale sfuggirebbe, dirò così, ed eviterebbe il lor urto, laddove esse corde adopera sopra una massa, ch' è come sforzata a ricevere da esse un maggior movimento, e che lo trasmette al di fuori per la reazione del legno.

Il suono, come ogni altro moto, muta direzione, quando incontra ostacoli, che non l'assorbiscono: ed allora egli seguita la legge comune; (Tomo I.) l'angolo della sua refleſſione diventa eguale a quello della sua incidenza.

Il suono riflettuto, che si chiama comunemente *Eco*, non distinguesi dal suono diretto, cioè da quello, che viene immediatamente dal corpo sonoro, quando la refleſſione si fa molto da vicino, l'un e l'altro si confondono. Ma quando v'è una distanza sufficiente, essendo che il suono che viene per refleſſione, fa più strada che quello che viene direttamente; egli arriva più tardi all'orecchia, e vi ripete la prima impreſſione. Supponiamo, per esempio, che una persona parli ad alta voce, dirimpetto ad una rupe lontana 173 pertiche, *Figura* 14. si sentirà parlare nel medesimo istante; ma il suono, che anderà a battere in O, o che ritornerà alla persona per refleſſione, spenderà due secondi di tempo a causa del doppio tragitto di 173 pertiche. E perchè il suono, che va più lontano, mette più tempo per andare e tornare, se vi sono degli ostacoli in P, ed in Q, i quali riflettano i raggi sonori verso il medesimo luogo, si sentiranno successivamente due, tre, o quattro voci d'Eco. Per questa ragione, essendo uno posto in *r*, *Figura* 12. sente da prima il suono della campana *a* per lo raggio *ar*; e quindi l'eco della medesima campana per li raggi *as*, *sr*.

Le voci d'Eco non si trovano in campagna rasa, ma spessissimo ne' boschi, tra le rupi, e ne' paesi montuosi, perchè il suono v'incontra frequentissimamente degli ostacoli che lo riflettono;

alcuni ripetono un gran numero di volte, come quello di Woſtok, che ripete diſtintamente 17 ſillabe, in tempo di giorno, e 20 in tempo di notte (*Rob. Plot. Hiſt. nat. de la Prov. d'Oxford en Angl.*): Ma ad un tratto, è oſſervato ſempre, che le ultime ripetizioni ſono più deboli delle prime, conſeguenza neceſſaria; imperocchè i ſuoni, che vengono ultimi, hanno fatto più ſtrada che gli altri, ed il ſuono è un moto che ſi diminuiſce, come il quadrato della diſtanza, che creſce; ſe però l'oſtacolo, che riflette i raggi ſonori, non è d'una figura idonea a diminuire la loro divergenza.

L'Eco diventa talor un fenomeno ſingolariſſimo, per la rarità delle circoſtanze, che lo fanno naſcere: tre leghe lungi da Verdun vi ſono due groſſe Torri lontane l'una dall'altra 36 pertiche: quando ſi parla un poco alto nella linea che congiugne queſti due edifizj, la voce ſi ripete 12 o 13 volte, ſempre indebolendoſi; le due Torri ſi rimandano il ſuono alternativamente, come due ſpecchi, che ſi guardano, moltiplicano l'immagine d'una candela, poſta fra eſſi (*Mem. de l'Acad. des Sc.* 1710. *p.* 18.). Vedeſi ancora la deſcrizione d'un Eco più ſingolare nelle Memorie dell'Accademia, ſtampate avanti il 1700. (*Tom. X. pag.* 147.). Trovaſi faciliſſimamente la cauſa di tutti queſti effetti, ſtudiando con un poco d'attenzione la natura, e la ſituazion de' luoghi, o la figura di tutto quello, ch'è dirizzato ſul terreno.

Dell'Udito, e del ſuo Organo.

Nel primo Volume di queſt'Opera, ho fatta una

una Digressione sopra i Sentimenti, dove ho trattato soltanto del Toccare, del Gustare, e dell' Odorare; da quel, che ivi ho detto, si sarà potuto comprendere, che questi tre primi sentimenti ci fanno aver solo commercio con quegli oggetti, che immediatamente sopra di noi adoperarono. Ma a che saremmo ridotti, se non vi fosse altro di sensibile per noi, se non quello, che ci affetta con azioni immediate? Se altronde non conoscessimo una bestia feroce, o velenosa, fuorchè dalla morsicatura? Una pietra, che minaccia alla nostra vita, non da altro, che dal cominciar già ella a fracassarci? Che quadro sarebbe quello del Mondo, se tutti gli uomini rassomigliassero a quelle creature imperfette, che una sordità, od una cecità *a nativitate*, rende inabili a partecipare della maggior parte delle idee comuni (*a*), e che più misere eziandio sarebbono, se noi, più favorevolmente trattati dalla natura, non potessimo raddolcire alquanto il rigore della lor sorte? Coll' amminicolo dell' udito, e della vista, usciamo, dirò così, da noi medesimi; andiamo incontro agli oggetti; li giudichiamo da lontano; e su la relazione di questi due sensi, il desiderio, o il timore ci fa porre in pratica que' mezzi, e quelle cautele, che son necessarie al nostro buon essere.

Non sarebbe sì facile decidere, qual de' due sia più necessario, la vista, o l'udito. Ordinariamente si studia a proferir sopra di ciò sentenza, supponendo la privazione dell' uno e dell' altro;

(*a*) Vedasi la Storia d' un sordo e muto *a nativitate*, il quale cominciò a sentire a parlare in età di 24 anni. *Hist. de l' Acad. des Sc.* 1703. *p.* 8.

ma bene spesso questa comparazione non è esatta, e ci guida a un giudizio falso, perchè non si mettono le circostanze eguali da una parte, e dall'altra. Vi è gran divario tra un cieco, od un sordo dalla nascita, e quello che ha veduto, od ha udito fino ad una certa età, e che per qualche accidente è restato privo d'uno di questi due sensi; io non ho meditato abbastanza sul cruccio d'un uomo, il quale sa che si può vedere, ed il quale non ha mai veduto; e però non posso paragonare questo cruccio, con quello d'un altro uomo, il quale sa che si può udire, ed il quale non ha mai udito; non è a me noto, qual sia la lor pena, e qual de' due l'abbia maggiore; ma al presente, ch' io so, quanto è difficile far nascere idee in chi non ode, e di quante cognizioni divine, ed umane sia privo un uomo, che non ha potuto avere alcuna educazione, amerei meglio d' essere nato cieco, che sordo. Diversamente affatto sceglierei, se conoscendo la scrittura, e gli altri segni comuni alla Società, dovessi optare tra l'udito, e la vista; di questi due beni, il secondo mi moverebbe, e mi starebbe a cuore assai più.

Nulladimeno, dirà taluno, un sordo, supposte tutte l'altre cose eguali, è sempre più malinconico e triste, che un cieco.

Se voi chiamate tristezza, un contegno astratto, una certa alienazione nelle conversazioni, avete ragione: il sordo non ha in esse parte alcuna; ma n'è egli poi più afflitto, di quel che sia un cieco, alla cui presenza si contende della bellezza d'un drappo? Io non lo credo, se pur egli non s'immaginasse che si parla di lui, o di

cosa

cosa che a lui appartenga; ed allora non bisogna semplicemente paragonare il sordo con un cieco, alla cui presenza si disputa d'un drappo, ma con un cieco, a cui importa di sapere, se questo drappo è bello o brutto: voglio dire, che il cruccio dell'uno e dell'altro è eguale; quando l'interesse da una parte e dall'altra è eguale; ma del resto io penso, che il cieco abbia più occasion di dolersi; perchè non si supplisca alla vista così facilmente, nè così perfettamente, come all'udito. Si son vedute delle persone, ch'essendo diventate sorde ad una certa età, avean fatto un abito di sentire al solo moto delle labbra, tutto quello che lor si diceva, e fino di conversare con altri sordi (*Mem. de Trevoux Sept.* 1701. *Transf. Phil. num.* 312.)

Del resto, a che pro cercare qual sia il più vantaggioso dei due beni, che sono forse ambedue vantaggiosi egualmente? lo che pare già deciso dalla natura medesima, la quale non facendo mai nulla di superfluo, ha però voluto darci due orecchie, siccome ci ha dati due occhi.

L'udito ha per oggetto lo strepito, ed il suono, di cui abbiamo parlato precedentemente; la differenza, che vi ha tra l'uno e l'altro, si è, che il primo è un tremito, ed una scossa irregolare; o forse l'aggregato di più suoni, che fann'insieme un'impressione confusa su l'organo; laddove il suono propriamente detto consiste in vibrazioni regolari, omogenee; e che si fan sentire più distintamente; forse anche i suoni non toccano, se non una certa parte dell'organo, ed il romore le scuote tutte nel medesimo tempo.

L'orecchia è l'organo dell'udito: per cotesta parte, ch' esteriormente appare sotto la forma d'imbuto ne' due finchi della testa, s' introduce il suono, per girne a toccare le fibre nervose, dove si compie la sensazione. Io non intraprenderò una descrizione anatomica e completa di quest' organo: a quei dell' arte s' appartien di farne un esatto divisamento, che quì sarebbe fuori del suo luogo: il Lettore, a cui paresse altrimenti, averà in grado, che io lo rimetta alle Opere, scritte *ex professo* su questa materia; e specialmente a quella del Sign. le Cat (Traitè des Sens, pag. 275., Traitè de l' Oreille, de M. du Verney), che ha confrontato i disegni dei più valenti Maestri colle proprie osservazioni. A me dunque basterà nominare succintamente le parti principali, che la Natura impiega per far udire i suoni, e additarle con delle figure incise, e copiate dai migliori Anatomici; imperocchè il mio disegno è ristretto a far solamente comprendere, con qual meccanica udiamo i suoni.

AB, *Fig.* 16. rappresenta la parte esteriore dell' orecchia, il cui fondo, ch' è verso C, si chiama la *Conca*. CD è il *meato auditorio*, veduto esternamente; questi è un canale che principia dalla Conca, e mette capo nel *Timpano* E; il Timpano è una membrana sottile, che si presenta obbliquamente, ned è piana affatto, ma bensì un poco concava dalla parte del meato auditorio immediatamente dopo; avanzando verso l' orecchia interna, vi son quattro officini, che a cagion della lor figura si chiamano, 1. l' *osso orbicolare*, 2. la *staffa*, 3. l' *incudine*, ed il *martello*; una parte di questo, detta il *manico* 4,

ter-

termina nel centro del timpano, e ſerve a tenderlo più o meno; la prima cavità, ch' è ſotto queſta membrana, ſi nomina la *caſſa del Tamburro*: ell' è piena d'aria, e comunica con la bocca per un' canale E*f*, detto la *Tromba Euſtachiana*; di maniera che l'aria del tamburro, comunicando ſempre con l'aria eſterna, fa equilibrio con quella che riempie il meato auditoro: alla caſſa del tamburro corriſponde un' alta parte dell' orecchia, che chiamaſi *Labirinto*, compoſto del *veſtibolo* G, de' tre canali ſemicirolari H, I, K, e della *lumaca* L, che deſcriverò quì ſeparatamente.

La lumaca è un cono un po' ſchiacciato, *fig.* 17. involto d' un condotto, che come una madrevite, fa appreſſo a poco due ſpire e mezza, *Fig.* 18.

Queſto condotto, che ſi va ſempre riſtringendo, è diviſo in tutta la ſua lunghezza da un riparo, o da una sbarra membranoſa, le cui fibre rendono all' aſſe del cono, che gli ſerve di noccolo, *Fig.* 19. Queſta è quella parte che ſi chiama *Lamina ſpirale*, e che ſempre via via s' anguſta, come il condotto iſteſſo, ch' ella divide, dalla baſe del cono ſino all' apice. Così le fibre componenti la ſua larghezza diventan ſempre più e più corte, ſecondo che s' accoſtano alla cima o punta del cono.

Il condotto ſpirale, diviſo in due dalla chiuſura o sbarra, di cui teſtè favellammo, ha neceſſariamente due orifizj M, N, uno de' quali termina al veſtibolo del labirinto, e l'altro alla caſſa del tamburro.

Finalmente il nervo auditorio O ſi divide in più rami, che paſſano nel veſtibolo, e ſi ſuddi-

vidono in un' infinità di piccole fibre, distribuentisi a tutte le parti del labirinto: ecco appresso a poco qual è la struttura dell' orecchia: vediamone le funzioni.

La conca, perchè è *svasata*, o sia dilatata, ed aperta, quasi in forma d' imbuto, riceve i raggi sonori in maggior quantità, e la loro azione si trasmette per lo meato uditorio fino alla membrana del tamburro, dove si fa la prima impressione. Se questa membrana è lasca, i suoni deboli ivi si smorzano, e non passan oltre, ovvero se passano, la loro impressione è sì poco sensibile, che l' anima non vi bada. Ed ecco perchè, quando noi siamo altrove occupati, possono attorno di noi farsi de' piccoli strepiti, o de' mediocri suoni, e non sentirsi, o non essere avvertiti. Ma se il timpano è ben teso, (lo che succede quando si ascolta,) il più picciolo suono comunicasi per questa membrana elastica alla massa d' aria, ch' è nella cassa del tamburro; e da quest' aria egli passa a quella, ch' è nel labirinto, tutte le cui parti sono soppannate di fibrille del nervo auditorio.

Un troppo grande romore grava e offende l' orecchia, talor giugne fino ad assordare per un certo spazio di tempo, e alcuna volta per sempre, quelli, che vi sono esposti: perchè un' impressione troppo forte su quest' organo, come sopra gli altri organi, istupidisce le parti dilicate, o ne sconcerta l' economia. Dopo un grande strepito, i suoni deboli sono all' orecchia quello che una tenue luce è all' occhio dopo una grande illuminazione.

Ognun sa, e fino ai fanciulli è noto, che si sente il suono molto più vivamente, quando si

tiene

tiene il corpo sonoro fra i denti, o quando si ha sopra esso corpo la bocca aperta; lo che avviene, perchè allora le vibrazioni si comunicano all' aria del tamburro per la tromba Eustachiana; e quest' azione, ch' è quasi immediata, deve farsi sentire più gagliardamente, che quella che trasmettesi per lo timpano. Questi è un mezzo di udire con maggior intensione, il quale vediamo posto in uso spessissimo da coloro, che hanno l' udito un po' duro: eglino apron la bocca, quando ascoltano con molta attenzione.

Segue da questa osservazione, che la membrana del tamburro, od il timpano, non è una parte essenzialmente necessaria alla percezion de' suoni, poichè eglino potrebbono trasmettersi immediatamente all' aria, ch' è nella cassa; e l' esperienza ha provato, che questa conseguenza è giusta; imperocchè alcuni cani, dall' orecchie de' quali era stata tolta via questa membrana, non diventaron già sordi, subito dopo l' operazione (*Willis*, *de Anima Brutorum*, *cap.* 14.); ma l' esperienza pure ha fatto vedere, che senza questa spezie di riparo, le altre parti non possono lungo tempo conservarsi, poichè cotesti animali, alcune settimane dopo, non sentivan più, come prima, la voce di chi li chiamava.

Circa l' esistenza del timpano, circa il sito, ch' egli occupa, e le sue funzioni, perfettamente si conviene tra' Fisici; ma son discordi nell' asserire, se questa separazione o diaframma, chiuda assolutamente il meato auditorio, o s' egli può aprirsi, senza lasciare il suo stato naturale: alcuni s' attengono (*Dionis*, *Demonstr. Anat.* 8.) a

quest'

quest' ultima opinione, e citano l' esperienza di certi, i quali fann' uscire per le lor orecchie il fumo del Tabacco, ritenuto da loro in bocca; altri sostengono il contrario, e si fondano sull' esperienza d' un valente Anatomico (*Valsalva*, *de Aure humana*, *cap.* 2. §. 8.), il quale avendo riempiuto di mercurio l' orecchia d' un morto, non potè mai far passare questo fluido minerale dalla cassa del tamburro nel meato auditorio. L' esperienza de' fumanti deesi ella per avventura tenere come un effetto non naturale, sicchè non provi niente? Oppure la morte dà forse al timpano medesimo un' adesione invincibile, cui egli non avrebbe nella persona viva? Lo che se fosse, l' esperienza fatta col mercurio, non sarebbe concludente. Cessa tutto l' astruso di questa decisione, quando si sa, che il fumo non passa per l' orecchia realmente; e che questo preteso fatto è in sostanza una superchieria, con la quale certuni gabbano il troppo credulo volgo, che si arrende alle prime apparenze; ed altri ancora, che sono troppo poco informati, nè possono a fondo discuterle. Di quel che dico, me ne fa fede un de' nostri Anatomici (*a*), di cui è noto il candore, e la cui perspicacia è somma; egli se n' è accertato, con la confessione immediata di alcuni soldati dell' Ospitale degl' Invalidi, i quali s' eran falsamente vantati di mandar fuori il fumo per l' orecchie.

Facendosi la propagazione de' suoni secondo le stesse leggi, che quella della Luce, si può raccoglie-

(*a*) Morland, dell'Accad. delle Sc. al quale è stato commesso dalla Compagnia di verificare il fatto.

cogliere i raggi sonori, e condensarli, come quelli che vengono da un oggetto luminoso. Si faccia dunque una tromba, o corno di Figura parabolica, *Fig.* 20. in fondo del quale metta capo un canaletto, di cui si ponga l'estremità nella conca dell'orecchia, allora tutti i raggi paralleli come *a b*, *c d* saranno raunati in *f*, foco della parabola, e accresceranno considerabilmente la forza del suono nel condotto auditorio.

Ma essendo che questi istrumenti acustici aver non debbono altro effetto, che di rimandare il suono all'orecchia di quello, che se ne serve, bisogna impedire, che nol trasmettano a' circonvicini, come la tromba parlante; perciò io vorrei che si facessero di metallo ben pulito, affinchè per la loro durezza, e per la regolarità della loro superficie, la reflessione de' raggi fosse più completa, ma si smorzasse, o attuasse la loro molla, coprendoli nel di fuori con una pelle di sagrino, o con altro equivalente.

Il Sig. le Cat (Traitè des Sens, pag. 292.), osservando con qualche maraviglia, aver la natura lavorate nell'organo coll'Udito più cavitadi ripiene d'aria, s'è immaginato, per ajutar le persone, che stentano a sentire, un doppio corno, il quale è rappresentato nella *Figura* 21, e la cui apertura C D può avere 2 pollici e mezzo, o 3 di diametro. Nell'opinione, ch'io porto, che l'aumentazione del suono, mercè di tali strumenti, provenga egualmente dall'immobilità dell'aria, che da una reflessione bene studiata de' raggi sonori, non dubito punto, che non si possa trar vantaggio da questa nuova invenzione.

De'

De' Suoni paragonati.

Quello che ho detto precedentemente intorno alla natura del suono in generale, dee far capire, che i corpi sonori sono capaci di eccitare in noi differenti sensazioni, non solo perch' essendo più densi, o più elastici gli uni, che gli altri, possono più forzosamente, o più lunga pezza operare; ma ancora, perchè la loro molla essendo più o meno tesa, debb' essere suscettibile di vibrazioni più o meno frequenti: e in fatti, ognuno s' accorge che il suono d'una campana, e quello d' un piccolo campanello da stanza, molto differiscon tra essi; e per poco che vi si badi, si conosce agevolmente, che in questa differenza vi è qualche cosa di più che il grado di forza; imperocchè, quand' anche molto vicino si fosse al campanello, e lontanissimo dalla campana, l' impressione fatta su l' organo da questi due suoni, sarebbe di genere diverso. Così è d' una corda, quando si avvertisse di pizzicarla egualmente forte; s' ella è più o meno tesa, il suono si cambia, nè di quest' effetto altra cagione si scorge, se non se una durezza o rigidezza più o men grande nelle parti, donde risultar dee un fremito più o meno pronto.

Queste differenti gradazioni, queste, dirò quasi arie, o ombreggiature di suono, procedenti dalla frequenza più o men grande delle vibrazioni nelle parti del corpo sonoro, sono appunto quello che chiamiamo *Tuoni*, e la cui armoniosa combinazione è l' oggetto della Musica, cioè di quell' arte maravigliosa, che ha tanto potere su l'anima, e che tiene oggidì tanto o per gusto, o per mestiere occupati.

Tutti

Tutti i tuoni si distinguono in *gravi*, e in *acuti*: chiamasi grave quello di un corpo sonoro, le cui parti fremono più lentamente, che quello d' un altro, con cui si paragonano, o (ch' è tutt' uno) il quale, in un certo tempo, fa meno vibrazioni, ch' esso. Da questa definizione si vede, che il tuono non è grave, o acuto, se non per comparazione d' un altro tuono; e che l' una, o l' altra di queste due qualità può variare, quanto esser vi può di varietà, e di differenza tra i numeri di vibrazione, che da' corpi sonori si ponno fare in un dato tempo.

Ma quantunque i tuoni possano variare quasi all' infinito, se s' ha riguardo alla comparazione de' numeri, le loro differenze si confinano tra limiti molto angusti, quando s' atteniamo al sensibile; imperocchè l' orecchia più dilicata non distingue queste degradazioni, o veritadi con termine di suono, se non quando vi è tra i numeri, che le producono, un intervallo considerabile. Per esempio, se si tenda una corda di cembalo, di tal maniera, ch' ella faccia 200. vibrazioni in un secondo, ella avrà un certo tuono; s' ella trovisi un poco più tesa, e in un egual tempo faccia 201. 202. oppur 203. vibrazioni, ell' averà di certo un tuono più acuto, fisicamente, ma non però sensibilmente; perchè il numero delle vibrazioni, ch' ella fa in ultimo luogo, non è tanto differente dal numero di quelle, ch' ella fa da principio.

Allora dunque, che si toccano due corpi sonori insieme, come due corde di cembalo o di viola, le loro vibrazioni hanno necessariamente una certa relazione di numeri fra esse, di maniera

che

che dopo un certo periodo, le due corde ricominciano nel medesimo tempo; e questa è quella spezie di unione periodica, che si chiama *accordo* o *consonanza*.

Le consonanze sono tanto più perfette, quanto più spesso rientrano, o si uniscono le vibrazioni, o quando meno i lor numeri, per ciaschedun tempo, differiscono tra loro. Chiamasi *unisono*, l'accordar di due corde, le cui vibrazioni si fann' una per una: quella che fa due vibrazioni contro due, dà l'*ottava* al di sopra; se ne fa tre contro due, dà la *quinta*; quattro contro tre, la *quarta*; cinque contro quattro, la *terza maggiore*; sei contro cinque, la *terza minore*.

Ma come già si vede, tutte queste concordanze d'una corda con l'altra, non hanno niente d'assoluto; il tuono, ch'io chiamo ottava, quinta, ec. diventerebbe tutt' in un subito diversissima cosa, se mutassi il tuono dell'altra corda, che mi serve d'oggetto di comparazione. Lo stesso è da dire del suono, ch'io chiamo grave ed acuto; egli cambia denominazione, senza cambiar natura, ogni volta che viene a mutarsi il tuono, a cui lo paragono.

E' un grande inconveniente in Musica, non avere un tuono fisso ed invariabile, che si possa sempre ritrovare, ed a cui riferir tutti gli altri. Quella spezie di zufolo, ch'è in uso per determinare il tuono delle voci e degl' istrumenti in un concerto; o que' flautini, che si dicono stare al tuono dell' Opera, non sono mezzi sicuri, ond' evitare ogni variazione: l'esperienza fa vedere, che tutti gl' istrumenti di tale spezie, siccome gl' altri, non conservano lo stato loro costan-

stantemente; ma quand'anche potessero conservarlo, se vengono a perdersi, o rompersi, come poi fare a rintracciare il loro vero tuono?

Di tutti i Fisici, che hanno avuto per iscopo di provedere la musica di cotesto tuono fisso tanto bramato, niuno, ch'io sappia, ha con maggior zelo operato, nè con miglior riuscita, di M. Sauveur; quantunque, a dir vero, i mezzi da lui escogitati, non sembrino a me di quella semplicità, che promette un'invenzione pratica. Ne' suoi propri Scritti, o negli Estratti di essi (Mem. de l'Academ. des Sc. 1700.), convien vedere, quanto egli abbia studiata questa materia, e fino a qual segno vi sia riuscito. Mi basterà dir quì per ora, che quest'ingegnoso e dotto Accademico, per determinare e fissare un suono, al di sotto del quale si prendesse la serie de' tuoni gravi, e al di sopra quella de' tuoni acuti, s'approfittò d'una osservazione ch'egli fece, e che un'orecchia attenta può fare, nel sentir accordare due tubi o canne d'organo. Il rientramento, o la riunione delle lor vibrazioni si fa sentire per mezzo di un suono più forte, e il tempo, che passa da una riunione all'tra, è alle volte tanto sensibile, che può essere misurato. Si sa, atteśa la natura delle consonanze, quante vibrazioni convien che una delle due canne faccia nello stesso tempo, che l'altra ne fa un certo numero; che i due tubi accordati all'ottava, per esempio, l'uno fa due vibrazioni, mentre l'altro ne fa una solamente. Se l'intervallo da un rientramento all'altro fosse abbastanza sensibile, si potrebbe dunque sapere, quanto tempo spendono questi per fare due, quegli per fare una vibrazione. Così il tempo,

durante il quale si fanno le vibrazioni di certo tuono, essendo determinato dall' esperienza, ed essendo altronde noto il numero delle vibrazioni, che fanno gli altri tuoni nel medesimo tempo; il Signor Sauveur prende per il tuono fisso, quello che fa 100. vibrazioni in un secondo, e si chiama *ottava fissa acuta*, quella ch'è al di sopra, cioè il suono, che fa 200. vibrazioni in un secondo; ed ottava fissa grave, quella ch'è al di sotto, ovvero il suono che fa 50. vibrazioni in un secondo.

Il Signor Salvadore, avendo per esperienza trovato, che un tubo d'organo d'in circa cinque piedi aperto, manda un tal suono fisso, di cui ho parlato poc' anzi, paragonò questa lunghezza con quelle di due altri tubi, l' un dei quali mandava il più grave suono, e l'altro il più acuto, che potesse l'umana orecchia distinguere; e avendo esaminato, col paragone delle loro dimensioni, quante vibrazioni ciascun far potesse nel tempo d'un secondo, trovò, che il suono il più grave, che noi possiam distinguere, proviene da un corpo sonoro, che fa dodici vibrazioni e mezzo per secondo; che il suono il più acuto fa in pari tempo 6400 vibrazioni; e però che 12 $\frac{1}{2}$ sta a 6400, a un di presso, nella ragione di 1 a 512, conchiuder si può, che l'orecchia è suscettibile di 512 gradi di sensazioni.

Una volta che si abbia un tuono fisso, mediante le canne degli organi, si può averlo per ogni sorte d'istrumenti; imperocchè una corda di viola, un flauto, un oboè ec. può mettersi all' unisono con la canna che darà il tuono fisso.

La grandezza delle vibrazioni non ha che fa-

re

re al tuono: quando il corpo sonoro è stato poc' anzi tocco, elleno sono da principio più estese, ed il suono n' è più forte; ma abbenchè in appresso diventino più picciole, ed il suono s' affievolisca in conseguenza, il tuono sussiste l' istesso fin al fine, perchè le vibrazioni, tutto che men grandi sul fine, che sul principio, sono sempre della stessa durata: quest' è la proprietà de' corpi elastici. Non debbe però ciò intendersi fuorchè pel suono principale, di quello che ogni orecchia intende e sente, dacchè il corpo sonoro è stato colpito; imperocchè, quando vi si bada un po' più, ed a misura che il suono principale si indebolisce, spessissimo si distinguono degli altri tuoni, di che provaremo di render ragione quì appresso.

Una corda fa delle vibrazioni tanto più frequenti e per conseguenza rende un suono tanto più acuto, quant' ella è più corta, o men grossa, o più tesa. Se si vorrà dunque accordarne due che sieno della medesima materia, converrà aver riguardo a queste tre cose, alle loro lunghezze, alle loro grossezze, ed a' lor gradi di tensione.

1. Se due corde egualmente lunghe e grosse non differiscono fuorchè nel grado di tensione; le lor vibrazioni, in quanto al numero, sono come le radici quadrate delle potenze o delle forze che le tengono tese.

Vale a dire, che s' elleno fossero tirate da pesi, e una d' elle due lo fosse da un peso d' 1 libbra, e l' altra da un peso di 4 libbre: 2 essendo la radice quadrata di 4, e 1 quella d' 1; le vibrazioni di queste due corde, in quanto al numero, sarebbono in proporzione di 2 a 1: e se-

condo lo ſteſſo principio, le vibrazioni ſarebbono in proporzione di 3 a 2, ſe i peſi, che tendono le corde, foſſero l'un di 9, e l'altro di 4 libbre, perchè la radice quadrata di 9 è 3, e quella di 4 è 2.

2. Se le corde egualmente groſſe, ed egualmente teſe, non differiſcono fuorchè in lunghezza, il numero delle lor vibrazioni, in tempi eguali, è in ragione inverſa dalla loro lunghezza.

Vale a dire, che la più corta una volta, fa una volta più vibrazioni, che l'altra, e che quella, la quale è come 2 a 3, riſpetto all'altra, fa 3. vibrazioni contro 2 ec.

3. Se le corde non differiſcono che nella groſſezza, elleno fan delle vibrazioni, i numeri delle quali ſono in ragione reciproca de' diametri.

Vale a dire che ſe una delle due è una volta più groſſa, fa una volta meno di vibrazioni che l'altra, in un tempo dato. Se i diametri ſono fra eſſi come 3 e 2, la più groſſa fa 2 vibrazioni contro 3 ec.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La Fig. 22. rappreſenta un iſtrumento, che ſi può chiamare *ſonometro*, perchè ſerve a miſurare e paragonare i ſuoni. Egli è una caſſa lunga alzata ſu e fermata ſopra un piede compoſto di due ſtanti, e d'una traverſa; la tavola ch'è d'abete può aver tre piedi di lunghezza ſopra 4 pollici di larghezza; ed è traforata o aperta con tre roſette, ſimili a un dipreſſo a quella d'una cetera, o d'un tamburrino. Ad una delle due eſtremità ſon due leve angolari, che raſſomigliano a quel-

quelle, che si adoprano per li campanelli negli appartamenti delle case, e le cui braccia formano un angolo retto. Alle braccia di queste leve sono attaccati da una parte due pesi A, B, i quali si possono cambiare; e dall'altra, due corde di violino, che si tendono colle caviglie C, D, che sono all'altra estremità della cassa. Queste due corde passano sopra due cavalletti fissi E, F, ch'elleno toccan'appena, e sopra i quali, quando sono tese, si fermano, col mezzo d'una vite, che spinge sopra un piccolo pezzo di legno. Vi è pur un altro cavaletto G, che scorre in un canale da un capo all'altro della cassa, il cui orlo o labbro è diviso in pollici, e linee; di maniera che appoggiando un poco la cima del dito sopra una delle corde, si può metterla in quella proporzione di lunghezza, che si vuole, con l'altra, senza mutar sensibilmente il suo grado di tensione quando si vuol tenere le corde in proporzioni note s'attaccan de' pesi, de' quali si sa il valore, in A e in B, e si girano le caviglie C D, sino a tanto che le braccia delle Leve facciano angoli retti, tanto con le corde sonore, quanto con quelle, che sospendono i pesi.

EFFETTI.

1. Le due corde essendo della medesima grossezza, e tese con pesi simili, danno l'unissono quand'elleno sono egualmente lunghe; l'ottava, quando una delle due è la metà più corta, che l'altra, la quinta, quando sono l'una un terzo più corta che l'altra.

2. Le due corde essendo della medesima lunghezza e della medesima grossezza, s'accordano all'ottava, quando l'una è tesa da un peso di

una libbra, e l'altra da un peso di 4 lire, elleno s'accordano alla quinta, quando i due pesi che le tengono tese, sono l'uno di 4, l'altro di 9. lire.

3. Le due corde essendo egualmente lunghe e tese da pesi eguali, sono d'accordo all'ottava, quando l'una è una volta più grossa che l'altra; alla quinta, quando il diametro dell'una è a quel dell'altra, come 3 a 2.

SPIEGAZIONI.

Si sa, per quanto si è detto precedentemente, che i tuoni dipendono da un certo numero di vibrazioni che fa il corpo sonoro, in un tempo determinato; e che gli accordi non son altro, se non differenti ragioni o proporzioni di questi numeri fra essi. Così, poichè so che deve sentirsi l'ottava, ogni volta che vi son due vibrazioni contro una; la quinta, quando ve n'ha 3, contro 2, ec. posso dunque, con tutta sicurezza conchiudere queste proporzioni di numeri, dalli accordi che sento: così quando le due corde del mio sonometro sono all'unissono, qualunque possa essere allora la lunghezza, grossezza, o tensione di ciascheduna, è certo che le loro vibrazioni sono isocrone, cioè; ch'elleno ne fanno una per una, o un medesimo numero nel medesimo tempo: e parimenti quand'elleno son d'accordo all'ottava, o alla quinta, ec. posso dire questo è, perchè le vibrazioni ch'elleno fanno, sono nella ragione reciproca di 1 a 2, di 3 a 2, ec.

Ora si è veduto, da' risultati precedenti, che regolando la lunghezza, la grossezza e il grado di tensioni delle corde, come detto avevamo che con-

ve-

venita fare, per avere certe proporzioni de' numeri delle vibrazioni, ne risultan degli accordi, ch' essenzialmente dipendono da queste proporzioni, e che non vanno senza di esse. Egli è dunque evidentemente provato, con la nostra esperienza, che le vibrazioni sono, come abbiam detto, tanto più pronte, quanto la corda sonora è più corta, più sottile o più tesa, o che la loro frequenza segue le proporzioni, che abbiamo stabilite.

Quello che addita quì l' esperienza, si trova perfettamente convenire col raziocinio. Imperocchè avendo tutti i corpi elastici vibrazioni tanto più pronte, quanto le loro parti sono più inflessibili o rigide, una corda ch' è più tesa, e le cui parti sono più tirate, dee fare vibrazioni più pronte, e mandare per conseguenza un suono più acuto: ed al contrario, quella ch' è meno tesa, e le cui parti sono più lasse, deve avere vibrazioni meno frequenti, lo che le dà un suono più grave. Ora una corda è meno tesa di un' altra, quantunque sia tirata con un medesimo grado di forza, s' ella è più grossa, perchè allora questa forza che la tende, agisce sopra un maggior numero di parti, che dividono il suo sforzo; e per conseguenza ciascuna d' esse, considerata come una piccola molla, si trova men tesa di quel che sarebbe, se facesse parte d' una corda, o più sottile o più corta.

APPLICAZIONI.

L' esperienza precedente ci dimostra, perchè in tutti gl' istrumenti di musica, la parte sonora, cioè quella che si tocca per eccitare i suoni, è sempre disposta in tal maniera, che fa-

cilmente se ne può mutar le dimensioni, o il grado di tensione. Imperocchè per questi due mezzi eglino divengono acconci ad esprimere la composizione del Musico. I cantini d'una sambuca, per esempio, accordati all'unisono, figurano le arie, perchè i tasti, che si colpiscono, accorciano esse corde più o meno, per formare i tuoni. Nel violino, le dita fanno l'ufizio de' tasti, premendo o strignendo le corde, su le divisioni del manico. Nel Cembalo dove ogni corda è fissata a un solo tuono, l'ampiezza e varietà de' suoni nasce da un maggior numero di corde, e dalle loro differenti lunghezze, e grossezze.

Anche in un Istrumento da fiato, col mutar le dimensioni del corpo sonoro, si ottiene una serie di tuoni più gravi, o più acuti, gli uni che gli altri. Un flauto, od un flautino contiene una colonna d'aria, ch'è a parlar propriamente, la parte sonora di quest'Istrumento, come l'ho già detto di sopra. Ma questa colonna d'aria muta in qualche modo lunghezza, secondo il numero de' buchi, che si disturano, o che si tengon chiusi, poichè ciascuno di questi buchi facendo comunicar l'aria esterna con quella del Tubo, impedisce che questo riceva in tutta la sua estensione, od in completa maniera, le vibrazioni, che vengono dalla bocca della canna (*Vedi la spieg. del Signor Euler. Tentam. nov. Theor. Muf.*).

L'organo della voce potrebbe esser paragonato agl'istrumenti da fiato; purchè però non si cerchi quì una esattissima simiglianza; imperocchè non vediamo che l'arte n'abbia ancor prodotto, alcuno che imiti assai da presso la natura. Le

stra-

trachea arteria G *g*, H *b*, *Fig.* 23. quel canale, per cui l'aria, che respirasi, entra ne' polmoni, è terminato verso la bocca da una piccola fessura ovale *k*, nominata la *glottide*. La somiglianza ch'ell' ha con un flauto, o con una piva, avea anticamente fatto credere, che la voce si formasse in questa parte, come il suono in coteste sorte d'istrumenti. Ma il Sig. Dodard considerando che il suono del flauto è eccitato dall'aria ch'entra nella canna, laddove la voce è comunemente formata dall'aria, ch'esce dalla trachea, determinossi a pensare, con grandissima verisimiglianza, che la *glottide* sia l'organo principale, e che il canal, ch'ella termina, faccia sol l'ufizio di portafiato.

Secondo il sistema di questo valente Fisico, (Mem. de l'Academ. des Sc. 1700. pag. 242.) l'aria uscendo con più o meno di velocità per la glottide, che ha a tal fine la facoltà di dilatarsi e ristrignersi, forma de' suoni più o meno gravi. Il suono formato in questa maniera va a risuonare nella cavità della bocca, e in quella delle narici; e nell'uscire, s'articola col moto della lingua e delle labbra. Così la trachea somministra l'aria, la glottide forma la voce, e ne regola il tuono, la lingua e le labbra ne fan delle parole.

Ecco (dic' egli) come la cosa passa per l'ordinario, ma si può nulladimeno e parlare, e cantare aspirando; e vi son delle persone, che per abito, o per una certa disposizione d'organi, fanno sentire una voce oscura, e soffocata, che formasi per mezzo dell'aria ch'entra nella trachea; costoro si chiamano *Ventriloqui*; cioè che parlano col ventre. Tenevansi un tempo per Maghi, e

quasi dal Demonio posseduti; e troviam (*Liranus in 18. Deter. Casserius de vocis organo*) degli Autori, non ispregevoli, che si son lasciati ingannare, a par col volgo, da una sì fatta giunteria.

Se attribuir dovremo i tuoni differenti della voce, o del canto alle varie aperture della glottide, converrà dire, che il suo piccolo diamerro, che non ha più d'una linea, cambiar possa di lunghezza 9632 volte, secondo il calcolo del Signor Dodard, per eseguire tutte le variazioni contermine de' suoni, onde la voce umana è suscettibile. Una tal divisione può aver mai luogo in una sì piccola estesa? Appena lo possiam concepire. Farebbe forse la glottide l'ufizio d'una piva di oboè, o di cornamusa, che, come ognun sa, non ha a far altro, se non produrre il suono, ed i tuoni non già; e il canal della bocca che s'allunga, si ristrigne, e si dilata secondo la qualità de' tuoni, farebbe forse anch'egli l'ufizio d'un zufolo o d'una fistula, che contiene più o meno d'aria, e che perciò diventa capace d'un suono più o meno grave? ovver queste due parti concorrono forse insieme alla formazione de' tuoni, l'una come una piva, che diventasse più o meno grande, più o meno elastica; l'altra come un tubo od una canna, che mutasse dimensioni?

Il Signor Ferrein ha messo di fresco questa quistione in un nuovo lume, servendosi di sperienze non men decisive che ingegnose e dilicate; colle quali ha provato che le due labbra della glottide non battono già l'uno contro l'altro alla maniera d'una piva; ma che ciascuno di per sè, fregato dall'aria, che sen viene da' polmo-

moni, risuona come una corda, sopra la quale si strisci un archetto. Le sue osservazioni gli hanno fatto conoscere, che gli orli di queste due labbra, sono cordicelle tendinose, attaccate quinci e quindi a cartilagini, inserventi a tenderle più o meno; egli trova in questi diversi gradi di tensione, di cui sono suscettibili queste parti, una spiegazione naturale di tutti i tuoni, ond'è capace la voce umana; imperocchè si sa in generale, che una corda più o meno tesa manda un suono più o meno acuto.

Ma come poi ha potuto il Signor Ferrein sapere, che le due labbra della glottide non battono l'uno contro l'altro; che il solo ristringimento di questa parte non basta per far ascendere la voce dai tuoni gravi ai tuoni acuti; e che l'aria scagliata da' polmoni per la trachea arteria dà un moto di vibrazione a coteste cordicelle tendinose, da lui perciò nominate, *Corde vocali?* Non converrebb'egli, per saper ciò, aver veduta la stessa azione di queste parti, e allor poi giudicare della maniera, ond'ella si fa; e come giugner si può mai a vedere un meccanismo, che la natura ha messo fuori della sfera degli occhi nostri?

L'Ingegnoso Autore di queste scoperte, non potendo tentare le due sperienze sopra uomini vivi, s'immaginò di render la voce ai morti. Adattò un piccolo mantice ad alcune trachee fresche; l'aria, ch'egli fece con precipizio passare per la glottide, mandò de' tuoni, e le sue congetture diventarono cognizioni assai chiare. Vegganſi le Memorie dell'Accademia delle Sc. ann. 1741.

Una volta che la voce umana è formata, e che il

il suo tuono è regolato, bisogna, per esser grata e soave, ch'ella esca e per la bocca e per il naso: Ell'è diversissima da quel ch' esser dovrebbe, qualor risuona solamente in una di queste due cavità: non ci piace già di sentire uno che canti, o che parli colle narici otturate; e diciamo comunemente, ch' egli parla nel naso: espressione affatto impropria, poichè appunto questo rimprovero si dà a chi col naso veramente non parla.

Capiamo, senza alcuna difficoltà, come due corpi sonori eseguiscono separatamente le loro vibrazioni; come, esempigrazia, uno ne finisca 4, mentre l'altro ne fa sol 2, o 3, perchè la frequenza di queste vibrazioni dipende da un certo grado di elasticità, che ciascun d' essi corpi separatamente possiede. Ma come poi due tuoni differenti sussistono ad un tratto nella medesim' aria, se i tuoni non sono nell' aria, se non quello ch' eglino sono nel corpo sonoro, cioè una frequenza determinata di vibrazioni? Come la medesima massa d' aria può dare distintamente, e nel medesimo tempo i suoni di due corde, che son all' ottava l' una dell' altra, se questa esige 100. vibrazioni, quella 200 per secondo?

Ora questa è ancor la metà sola della difficoltà; imperocchè quand' anche questi due moti potessero comunicarsi, e conservarsi senza confusione nella medesim' aria, resta tuttavia da sapere per qual mezzo l' organo, che riceve nel medesimo tempo le due impressioni, non provi una sensazione mista, o composta dell' una e dell' altra: come l' occhio vede del verde, allorchè è percosso a un tempo da due raggi, un giallo, e l' altro turchino.

All'

All' ultima di queste quistioni non s' è alcuno preso da dovero la briga di rispondere ; in quanto poi alla prima , si è preteso di farlo , con paragonare il movimento dell' aria , che trasmette i suoni , alle ondulazioni circolari , che si fan nascere in un' acqua quieta , qualor vi si gittano delle pietre . Imperocchè siccome queste ondulazioni (dicesi) s' intersecano senza confondersi , e si estendono separatamente fino al margine della conca , nella medesima guisa parimente l' aria li carica di differenti tuoni insieme , e li trasmette senza confusione fino all' orecchia .

Ma , oltre che non è già spiegare un Fenomeno , il paragonarlo ad un altro ; questa comparazione è poi difettosa , e veggiamo svanire quasi ogni similitudine , dacchè facciamo attenzione alla natura de' movimenti da una parte e dall' altra .

Quando una pietra cade nell' acqua , ella abbassa la parte del fluido , che trova sotto di sè , e nel medesimo tempo solleva le parti vicine : ciascuna di queste parti sollevate ricade con accelerazione più in giù del suo livello , e fa ascendere quella che immediatamente susségue , il che continua fino a tanto , che ogni cosa abbia ripigliato il suo equilibrio . Queste librazioni , facendosi in un' infinità di raggi , che partono da un centro comune , rappresentano all'occhio quelle ondulazioni circolari , delle quali si favella , che si rallentano a misura che si estendono , e che tanto più lente si fanno , quanto son più deboli , sì per la cagione che le ha prodotte , sì per lo tragitto , che hanno già fatto . Ma il movimento del suono nell' aria , è cosa affatto diversa ;

versa ; son' elleno vibrazioni d' un fluido elastico, che trasmettonsi con una velocità uniforme, e non diventano nè più pronte, nè più lente, quando vien a variare la loro grandezza.

In oltre, quando le ondulazioni dell' acqua s' interfecano, non si può negare, che nel luogo dell' urto, il moto non si componga delle masse e delle velocità delle parti, che s' incontrano, e che un corpo collocato in questa interfezione non dovesse ricevere il moto composto. Non è già così di due suoni, che adoperano su l' organo medesimo : ciascuno fa la sua impressione, come se fosse solo, e l' orecchia li distingue mercè di due sensazioni differenti, quantunque simultanee. Così la comparazione dell' onde non spiega niente, e lascia intatte le difficoltà da me esposte.

Il Signor de Mairan, dopo d' aver date dell' evidenti prove dell' accennata disparità, propone circa la propagazione de' suoni, un sistema così semplice, e nello stesso tempo di così felice invenzione, che presto ci dimentichiamo, ch' egli è un' ipotesi, dacchè l' applichiamo ai fenomeni; egli ha questo di comune col sistema de' Colori di Newton, a cui il Signor de Mairan può per molti conti paragonarsi.

Se si trattasse di decidere, se le molecule componenti la massa dell' aria, son tutte eguali tra esse, o se altre sono più, altre meno picciole, in ogni sorte di gradi; e se bisognasse ammettere una o l' altra di queste due supposizioni, qual partito si dovrebb' egli seguire? qual delle due parerebbe più verisimile? Essendo queste molecule aggregati fortuiti di parti più sottili, che si uniscono, e si disuniscono per mille differenti cagioni,

ni, chi non s'indurrebbe a credere, ch'elleno differiſcono in grandezza all'infinito piuttoſto che ſuppor *gratis*, ch'elleno ſi raſſomigliano tutte perfettamente?

Queſto penſiere, a cui è appoggiato tutto il ſiſtema di M. de Mairan, è il ſolo che non paſſa la veriſimiglianza: tutti gli altri ſono conſeguenze così neceſſarie di queſto principio (una volta che l'ammettiamo), che non ſi può negare di dargli retta.

Se le molecule dell'aria ſono di differenti grandezze, differir debbono parimente ne' loro gradi di elaterio, come una medeſima lamina d'acciajo farebbe delle molle, altre più dure o infleſſibili, altre meno, ſe foſſe diviſa in porzioni ineguali. Per tutto, dove ſi colloca un corpo ſonoro, dev'egli dunque trovare nella maſſa comune, particelle d'aria, l'elaterio delle quali è analogo al ſuo, e capaci per conſeguenza di ricevere, di conſervare, e di traſmettere le ſue vibrazioni. Così due corde di differenti tuoni ſi fanno ſentire mercè la medeſima maſſa d'aria, ma per differenti parti di queſta maſſa. Secondo queſta ſpiegazione, ſi concepiſce facilmente, come i tuoni non ſi confondono nel fluido, che li traſmette; imperocchè in queſta maniera, coteſto fluido, avuto riguardo alle ſue diverſe parti, può ricevere vibrazioni più frequenti l'une dell'altre.

Quanto all'impreſſione de' ſuoni su l'organo dell'orecchia, conviene di nuovo badar bene che la lamina ſpirale, che dee tenerſi per la principal parte, è un adunamento di fibre, le quali vanno ſempre ſcemando di lunghezza, dalla baſe fino alla punta della chiocciola, appreſſo a poco co-

me

me le corde d'un salterio, o d'un cembalo; ciascheduna ha un' Elasticità proporzionale alla sua lunghezza, il che la rende opportuna a venire scossa da vibrazioni d'una certa frequenza solamente. Così quando due tuoni pervengono all'organo nel medesimo tempo, ciascuno d'essi fa la sua impressione su la fibra, il cui elaterio è analogo alla frequenza delle sue vibrazioni; e queste due sensazioni separate, fan nascere due idee distinte: in somma accade alle fibre della lamina spirale, quello che osserviam nelle corde d'un cembalo, od in ogni altro corpo sonoro, di cui si prende il tuono; se toccasi una corda, si fa risuonare quella, ch'è all'unissono, non solamente sul medesimo istrumento, ma anche sopra d'un altro, che fosse collocato a lato; se si parla ad alta voce in un magazzino di vetrarìa, in una officina di Calderajo, o in qualche altro, dove sieno de' vasi cavi, si sente sempre risuonare qualche pezzo, mentre gli altri tacciono, e se si muta tuono, risponde un altro pezzo.

Ma dirà taluno, come può farsi, che una corda, la quale si fa suonare, trascelga precisamente le molecule d'una, che le convengono; e che l'aria interna dell'orecchie, che riceve il suo moto a traverso della membrana del tamburro, attacchi con una somigliante elezione le fibre, che sono unicamente atte a sentire un certo suono?

Coresta corda non trasceglie in realtà: e l'aria dell'orecchia percuote indifferentemente tutta la lamina spirale; ma gli effetti sono li stessi, che se vi fosse una così fatta scelta; imperocchè quantunque molti corpi, che hanno differen-

venti gradi di molla, comincino le loro vibrazioni nel medesimo tempo, se la causa, che le mantiene, è determinata a un certo grado di frequenza, queste vibrazioni non possono continuare, fuorchè in quelli, il cui elaterio è analogo a questa frequenza; imperocchè quelli, la cui natura portasse, esempi-grazia, di fare una vibrazine e mezza, contro una, non si troverebbono a tempo, come le altre, per ricevere la seconda impulsione, ed il loro moto dovrebbe rallentarsi, o cessare. Il corpo sonoro agisce dunque da prima su tutte le molecule d' aria, che lo circondano; ma non continua efficacemente la sua azione se non su quelle che sono opportune a moversi precisamente come lui. La stessa cosa è per le fibre della lamina spirale: e però che le nostre sensazioni non si compiono, se non mercè d' uno scuotimento di certa durazione, la prima scossa che attacca tutta la parte indistintamente, è già passata, quando l' anima s' accorge dell' impressione, che continua sopra le fibre, che sono acconce a questa specie di moto.

Non accade pensare tuttavia, che una corda pizzicata metta solamente, e mantenga in moto le particelle d' aria, che hanno una precisa analogia con la sua elasticità; ma ella adopera parimente sopra quelle, che sono *armoniche*; cioè, le vibrazioni, delle quali ricominciano con le sue, dopo un certo numero; ed agisce più fortemente sopra quelle che sono più armoniche, o più proffimamente rientranti. La medesima corda fa dunque risuonare da prima, e molto più gagliardamente nell' altre, le particelle d' aria, che son atte a far tante vibrazioni,

quant'

quant' essa; e questo fa il tuono principale; appresso, e con meno di forza, quelle che fanno una vibrazione contra due; dopo queste, ed ancor più debolmente, quelle che fan due vibrazioni contro tre, ec. di maniera che dir si può, che un solo e medesimo corpo sonoro fa sempre un picciolo concerto: per verità, questi suoni armonici sono coperti dal suono principale; ma quando questi viene a indebolirsi, un' orecchia un po' dilicata non dura fatica a distinguerli.

Si potrebbe quì dimandare, 1. perchè noi intendiamo sol una volta il medesimo suono, quantunque abbiamo due orecchie d'un senso eguale l'una all'altra: in secondo luogo, per qual ragione tra tanti differenti tuoni, alcuni si fan meglio intendere, che alcuni altri, a persone di duro udito: in terzo luogo, come gli strepiti, od i suoni d'una certa specie, o d'una certa forza, ci agitino le viscere, ci dian del gusto, o della pena.

L'unità di sensazione, quantunque prodotta da due impressioni distinte, viene senza dubbio dall' attaccar che fa il suono parti perfettamente simili, e che hanno un punto d'unione comune nel cerebro; ed è da credere, che non s'intenderebbe con l'una delle due orecchie, il suono il quale colpisse da un lato la quarta fibra della lamina spirale, e dall'altro la festa della membrana del medesimo nome. Questo non è il solo esempio, che vi sia nella natura, di due organi simili, che rappresentano una sol volta il loro oggetto, tuttochè la loro azione sia congiunta e uguale d'ambedue. Ordinariamente noi non vediamo doppio, quantunque sia certo, che l'im-

ma-

magine si dipinge egualmente nell' uno e nell' altr' occhio ; e ciò addiviene per una ragione molto simile a quella , che poc' anzi ho esposta ; e cui particolarizzerò favellando della Visione .

L' efficacia di certi suoni maggiore , che d' altri , i quali pure sono talvolta più forti , si potrebbe attribuire a qualche vizio della lamina spirale , che non l' occupasse però tutt' intera . Se , per esempio , le due estremità di questa parte fossero divenute meno sensitive , che il mezzo , per qualche accidente , la persona che avesse questa malattia non sentirebbe facilmente se non i suoni medj tra i più gravi ed i più acuti ; e fra la molta gente , che veduta le venisse , infallibilmente si troverebbe qualcuno , il cui tuono di voce porterebbesi a cotesta parte sana , che sarebbesi udire senza parlar più alto del consueto .

Finalmente i moti , che al di dentro di noi stessi sentiamo , quando udiamo suoni , o strepiti di certa spezie , si spiegano ancora con facilità , (se cercasi solamente la causa generale) dalle differenti impressioni , che si fan sul genere nervoso che s' estende a tutte le parti del nostro corpo . Imperocchè i nervi sono come corde elastiche differentemente tese , altre più lunghe , e più grosse , altre meno . Ora tra tutte queste spezie di tremori , che i corpi sonori imprimer possono all' aria che si tocca da tutte le parti , è quasi impossibile che non ve ne sia qualcheduna , di cui non sien suscettibili le fibre nervose di certe parti . Quando l' impressione è soave e moderata , noi la risentiamo con piacere ; ma quando è troppo forte , e tende a

distruggere o disordinare l' economia delle parti, l'anima che veglia alla conservazione del corpo, la disapprova, s' inquieta; e ciò nomasi appunto *dolore*, o *dispiacere*.

Ecco in digrosso, come sono eccitate le nostre passioni dai suoni, secondo le loro spezie; certe arie musicali inspirano la effemminatezza, e l'amore de' piaceri; altre l' ardire e il coraggio; quali la tristezza, e quali il giubilo, ec. ma se facesse mestieri indicare le cagioni prossime, e dire determinatamente, perchè la tal musica fa tal impressione, sarebbe, cred' io, temeraria l' intrapresa; bisognerebbe conoscere più a fondo quello che siamo, e la connessione, che vi è tra le nostre differenti facoltà.

L' Istoria della Tarantola, che per molto lungo tempo s' è tenuta per sospetta, e che quasi più da niuno è messa in dubbio, è un esempio singolarissimo degli effetti della musica sul corpo umano: la morsicatura di quest' insetto, ch' è una spezie di ragno grosso, assai comune in Italia, attossica il sangue, e cagiona accidenti molestissimi, e che talora giungono ad essere mortali. Quando si scopre, che qualcheduno ha questa malattia, si provan alla sua presenza diverse arie, e diversi istrumenti, fin a tanto che sies trovata quella o quello, ch' è approposito per la guarigione; la qual cosa si argomenta da certi gesti, e da certi moti fatti in cadenza, co' quali s' agita l'ammalato: si dice allora, ch' ei balla, ma tanto impropriamente, quanto impropriamente dicevan gli antichi che si muore ridendo, mangiata, che uno abbia la cicuta, a causa di certe smorfie o ceffi,

che

che vedean fare al moribondo, colla cicuta avvelenato. Checchè sia di ciò, queste agitazioni, e questi salti ordinariamente promovono una salutare traspirazione, la quale si procura di reiterare di quando in quando col mezzo medesimo, fin a tanto che cessando i sintomi, si fa palese, essere tutto il veleno dissipato.

Non in questa malattia solamente può aver la musica buoni effetti: veduti abbiamo degli uomini, assaliti da febbri caldissime, commoversi ad una suonata di violino, saltare, sudare dalla fatica, e guarire (*Mem. de l' Acad. des Sc.* 1708. *pag.* 22.).

Finalmente s'attribuiscono pure allo strepito del tuono alcuni effetti maravigliosi, e molti de' quali pajon avere della realità; ma n' è forse la cagione il tremito, o l'agitazion particolare dell'aria cagionata da questa Meteora? Ovver dobbiam noi incolparne l' esalazioni, che ordinariamente regnano ne' tempi procellosi? La cosa non è facile da decidere.

De' Venti.

Il Vento non è altro che un' aria agitata, una porzione dell' atmosfera, che si muove, come una corrente, con una certa velocità, e con una direzione determinata.

Questa meteora, se s'ha riguardo alla sua direzione, piglia diversi nomi, secondo i diversi punti dell' Orizzonte, da' quali ella viene. Si chiama vento di Tramontana, di Mezzodì, di Levante, o di Ponente, quello che soffia dall' uno di questi quattro punti cardinali. Vento

di Greco, di Garbino, ec. quello che tiene il mezzo tra Levante e Tramontana, tra Mezzodì e Ponente, ec. vento di Greco Tramontana, d' Oſtro Garbino, ec. quello che tiene una volta più della Tramontana che del Levante una volta più del mezzodì, che del Ponente, ec. Comunemente queſta diviſione de' venti giugne fino a 32. Vedi la *Figura* 24. e ſi potrebbe ancora eſtendere, ſe tutte le loro variazioni oſſervar ſi poteſſero.

Tre ſorte di venti principalmente poſſiam diſtinguere: gli uni, che chiamanſi *generali*, o *coſtanti*, perchè ſoffiano ſempre in una certa parte dell' atmoſfera; come quelli che continuamente regnano tra i due Tropici, ec. gli altri che chiamiamo *periodici*, i quali cominciano e finiſcono ſempre in certi tempi dell' anno, o da certe ore del giorno, come gli antichi *Eteſii*, e gli altri detti in oggi *Monſons* da' Naviganti, che per eſempio ſoffiano da Sirocco, cominciando da Ottobre fino a Maggio, e da Maeſtro da Maggio fino in Ottobre tra la Coſta di Zanguebar, e l' Iſola di Madagaſcar: come pure il *vento da terra*, ed il *vento da mare*, che ſempre inſorgono, queſto la mattina, e l' altro la ſera. La terza ſpezie finalmente è de' venti *variabili*, tanto per la loro direzione, quanto per le loro velocità, e durata.

L' Iſtoria de' Venti è più che mediocremente nota; mercè le Oſſervazioni di parecchi Fiſici, che hanno viaggiato, e che ſi ſono applicati nel lor paeſe per buon numero d' anni alla cognizione di queſta meteora. Il Sig. Muſchenbroek n' ha fatta una Diſſertazione molto cu-

curiosa (Saggi di Fisica, Tomo 2. Viaggi di Dampier, Tomo 2.), dove ha inserito non solo le sue osservazioni, ma quanto ha potuto raccogliere dagli scritti d'altri; come dall'Halleio, da Derrham ec. La sua Opera si trova per tutto, e ad essa io rimetto il Lettore. Ma molto ci vuole ancora perchè siamo informati delle cagioni; intendo le più rimote, quelle che causano i primi movimenti nell'atmosfera; imperocchè in genere si sa, che i venti immediatamente nascono da un difetto dell'equilibrio nell'aria, perchè quando certe porzioni dell'atmosfera diventano più caricate, più dense, più elevate, o più premute, che le altre, essendo allora più pesanti, devono colà trasportarsi e scorrere, per ove ha meno di resistenza, e spignere dinanzi a sè le altre parti, che sono più deboli; a un dipresso come l'acqua d'un canale, sollevata in un luogo da una pietra dentro gittatavi, si move in onde, da un capo all'altro; ma chi poi è quegli che ha gittata la pietra, quando vediamo agitarsi l'atmosfera? Questo nol sappiamo, se non molto imperfettamente (Vedi l'opere di Mariotte pag. 340.)

I Fisici, che su tale materia han ragionato, convengon tutti, che i venti possono da più differenti cagioni provenire; il freddo, e il caldo, che regnano talora in una parte dell'atmosfera, mutano ivi la densità dell'aria, e per conseguenza il suo volume nel più o nel meno: ed allora le parti vicine sono più lungi sospinte, ovver si ravvicinano d'avvantaggio. Se la cagione che rarefà l'aria, è regolata e continua, si capisce bene, che questa regolari-

tà influisce sul vento ch' ella produce; quindi è, che con verisimiglianza s' attribuiscono i venti da Levante al Ponente nella Zona Torrida, al moto giornaliero della terra; imperocchè quella porzione dell' atmosfera, ch' è racchiusa tra i due Tropici, presentando successivamente tutte le sue parti al Sole, soffre per il calor di quell' Astro, rarefazioni, le quali di continuo, e con regolarità mutano l' equilibrio dell' aria, e però che il movimento apparente del Sole s' estende in sei mesi dall' un all' altro tropico, cotesti venti generali patiscono alcune variazioni periodiche e relative ai diversi aspetti del Sole, come s' osserva in fatti. Dalle esalazioni che s' adunano, e che fermentano insieme nella mezzana regione dell' aria, possono parimenti nascere nell' atmosfera de' movimenti; così è paruto al Signor Homberg, e ad alcuni altri Fisici: e se i venti possono da questa cagione provenire, com' è probabile, non dee maravigliarsi, che soffino a maniera di scosse, e di sbuffi, poichè le fermentazioni, alle quali s' attribuiscono, non possono esser appunto se non esplosioni subite ed intermittenti.

Queste fermentazioni accadono frequentemente nelle grotte sotterranee, per la mescolanza delle materie grosse, oliose, sulfuree, e saline, che ivi trovansi; e però molti Autori hanno attribuiti i venti accidentali a queste sorte di eruzioni vaporose. Connor (*Dissertat. Medico Phys. art.* 3.) riferisce, ch' essendo egli andato a visitare le miniere di sale di Cracovia, aveva dai lavoratori, e dal padrone medesimo udito, che da' ripostigli, e da' recessi interni delle miniere, si folleva talor una tempesta sì gran-

grande, che roveſcia, e atterra coloro che lavorano, e porta via le lor capanne, Gilbet, Gaſſendi, Scheuchzero, ec. fan menzione d' una gran quantità di caverne di queſta ſpezie, donde alle volte eſcon de' venti impetuoſi, che naſcendo ſotto terra, ſi dilatano, e continuano per qualche tempo nell' atmosfera.

Adduceſi parimenti l' abbaſſamento delle nuvole, la loro accumulazione, con le groſſe pioggie; come varia e moltiplice cagione, che fa naſcere, o che rinforza il vento; e in fatti una nuvola è bene ſpeſſo vicina a ſcioglierſi, in un tempo tranquillo, quando all' improvviſo ſorge un vento impetuoſiſſimo; la nuvola preme l' aria tra sè e la terra, e la ſoſpigne con pronto e rapido moto.

Finalmente, ſe lice avventurar congetture, dopo d' aver mentovate più opinioni probabili, potrebbeſi forſe attribuire ancora l' origine del vento alla grande quantità d' aria, che ſi ſviluppa ed eſce dai miſti, in certi luoghi, e in certe ſtagioni; imperocchè abbiam fatto vedere ſul fine della precedente Lezione, che queſt' aria quand' è ſviluppata, occupa molto più di luogo nell' atmosfera, che non ne occupava nelle materie, delle quali era in prima una parte coſtitutiva. Ora in Autunno, per eſempio, ſe fa un tempo umido e caldo, onde avviene per lo più una pronta e abbondante putrefazione delle piante, e delle foglie cadute dagli alberi, e l' atmosfera dee naturalmente gonfiarſi, e impregnarſi in vicinanza de' luoghi, dove i detti effetti ſuccedono; ella è ſforzata poſcia di riffluire o ſcorrere ſu le parti vicine; queſte addoſſo ad altre, e forſe

tanto sensibilmente, che ne nasca quello, che vento chiamiamo.

Quest' idea si potrebbe avvalorare, con pigliar la cosa dal lato contrario così: se fosse vero, che il disfacimento de' misti, potesse con sufficiente prontezza dare una quantità d' aria capace d' interrompere l' equilibrio dell' atmosfera, si potrebbe pur pensare, che nella primavera e ne' luoghi, dove la natura più s' adopera e s' affatica in tutte le sue produzioni, deve asforbirsi molt' aria, e posson darsi tali circostanze, che l' equilibrio dell' atmosfera ne verrebbe alterato. Ma non ci abbandoniamo di soverchio a tali congetture e fantasie, che non sono ancor' appoggiate a prove ben ferme.

Molti Fisici hanno studiato di misurare la velocità de' venti con dar loro in balìa a trasportare alcune piumette, ed altri corpi leggieri; ed esaminando quanta strada questi corpi facessero in un tempo determinato, dal vento sospinti. Ma avvegnachè tali sperienze pajano semplicissime, e d' una somma facilità; quei che le hanno fatte, son così poco d' accordo fra loro, circa gli effetti, che niente di certo se ne può conchiudere, il Signor Mariotte ha dedotta la velocità del vento il più impetuoso, e vuole ch' egli percorra 32 piedi per secondo: Il Sig. Derrham la trovò di 66 piedi Inglesi per ogni secondo, cioè circa il doppio più grande: donde può nascere tal differenza? Questi due dotti Fisici mancavano di regola certa, per giudicare accuratamente e precisamente, qual sia il vento più impetuoso: e forse M. Mariotte ha preso per il più pagliardo vento

di

di tutti, quello che poteva essere più grande ancor una volta.

Le girandole o banderuole ordinarie, come ognun sa, insegnano la direzione del vento: ma la insegnano solamente a quelli, che possono giungere con l'occhio alla cima degli edifizj, dov'elle son poste, e che conoscono i punti principali dell'orizzonte del luogo. Affin di rendere più comodo l'uso di tale strumento, in vece di far girare la latta od il ferro girevole sul suo gambo, ella vi si dee attaccare in modo (e molti già l'usano), che la girandola faccia girar con se stessa lo stilo o piede medesimo, dov'è inserita; e dall'altro capo del gambo o stilo, che corrisponde, se si vuole, a qualche distanza, congegnarli un rocchello, che guida una ruota dentata, e a questa ruota uno stilo, il quale segna i venti sopra un cerchio. (*Vedi le Ricreazioni Matematiche d'Ozanam, Tom.* 2.)

La forza del vento, come quella degli altri corpi, dipende dalla sua velocità, e dalla sua massa, cioè dalla quantità d'aria che si muove: laonde il medesimo vento fa tanto maggiore sforzo, quanto l'ostacolo, che incontra, presentagli direttamente maggiore superficie; per tal ragione si spiegano più o meno le vele d'un vascello; si dan più o meno d'ale ad un molino da vento; e gli alberi men d'Inverno, che di State, soggetti sono a venir rotti dalla violenza de' venti, perchè nella prima delle dette stagioni, non essendo vestiti di foglie, danno ai venti minor presa.

Si può conoscere la forza relativa de' venti col mezzo d'un picciol molino, il cui stipite è guernito d'una lumaca conica, sopra la qua-

le s' avvoltichia una corda, da cui pende un qualche peso: imperocchè esponendo questa macchina all' aria libera, il mulinello subito gira, e poi si ferma, quando il peso giugne a fare equilibrio col mulinello; ora essendo noti i raggi di questa lumaca, o almen facili a conoscere, si può con tutta facilità comparare le forze, che hanno fatto equilibrio ai venti, in varj tempi.

Tra tutte le macchine, a misurare i venti, e che però son chiamate *Anemometri*, la più ingegnosa, ch' io abbia veduta, è quella del Signor Conte d' Ons-enbray, descritta minutamente nelle Mem. dell' Accad. delle Sc. per l' ann. 1734. Non solo ella addita la velocità, e la direzione del vento, ma ne tiene conto, supplendo all' osservatore lontano; e dopo 24. ore si vede, quai venti abbiano regnato; e quali velocità e durazioni ciascuno ha avute nel detto spazio di tempo.

La natura, che non fa niente d' inutile, sa trar vantaggio da' venti: eglino in fatti trasportano le nuvole, per irrigare, e fecondare le varie parti della terra: eglino le dissipano, perchè succeda la calma alla tempesta; per mezzo di questi movimenti, e di queste agitazioni l' aria si rinova, e si purga, ed il caldo, e il freddo si trasmettono da un paese all' altro. Accade pure talvolta, che in ricambio di tai vantaggj qualche perdita si risente: imperocchè, se il vento viene da un luogo mal sano, egli ne apporta le cattive qualità, e serve di veicolo all' infezione, ma questi sono casi particolari e rarissimi; e il loro numero decade a dismisura dagl' infiniti vantaggj, che dal vento caviamo.

Ci

Ci maravigliamo, sovente, nel veder nascere certe piante su la cima d'una torre, sul tronco d'un albero ec. dove non si può credere che alcuno siesi presa la briga di seminarle: quest' è opera del vento, che solleva in polvere la terra, e quindi le sementе assieme, che l'acqua del Cielo fa poi germinare. Per la stessa ragione la gramigna, e tutte l'erbe de' campi si moltiplicano e crescono in quantità ne' luoghi, dove bene spesso vorrebbesi, che non allignassero.

L'arte imitando la natura ha trovato nei venti, de' motori validi, che ci procaccian comodi immensi, e che estendono, e dilatano il nostro commercio: quanto non sarebbe ristretta e limitata la navigazione, se i vascelli non andassero che a forza di remi, come le galere? I viaggi di lungo tratto sarebbono impraticabili per la loro lentezza, e per lo dispendio degli equipaggi: dovechè coll'ajuto de' venti, e delle vele che ne ricevono l'impulsione, un picciol numero di marinari ben esercitati nel governo delle vele conduce con tutta diligenza e sicurezza un picciolo esercito di soldati, od un magazzino enorme di mercanzie, da un lido all'altro dell'Oceano.

Quali ajuti non ricaviam noi da' molini a vento, per macinare il grano, per estrarre l'olio delle semenze, per folare i panni, segare i legni, stemprare i colori, od altre materie, ec. quanti Uomini, o quanti cavalli, non converrebb'egli impiegare, per far tutta la farina, che il vento prepara co' mulini di Montmartre, ó altrove vicino a Parigi? Tutti questi lavori si compiono con poca spesa, col mezzo di quattro ale, che fan l'ufizio di lieve, che presen-

fano il loro piano, in una maniera obliqua, alla direzione del vento: la potenza che opera di continuo sopra questi quattro piani inclinati, li costrigne a rinculare d'ogni ora: lo che far non possono, se non girando, e facendo girare l'asse od il tronco a cui sono attaccati.

Con una molto simigliante meccanica trovano i fanciulli il secreto di far volare que' telai coperti di carta, chiamati da loro *Comete*: imperciocchè la cordicella, con cui le rattengono, è sempre attaccata in maniera, che cotesto piano presentasi obliquamente alla direzion del vento, ed allora l'impulsione dell'aria tende sempre a farlo ascendere, descrivendo l'arco d'un cerchio, che ha per raggio la cordicella tenuta in mano da colui che governa la *cometa*. Ma però ch'è mestieri, che l'asse A B sia sempre inclinato al vento C D per una certa quantità, al di sotto di cui, e al di sopra non averebbe più l'impulsione l'effetto che si vuole, si ha l'avvertenza di far isvolgere, o scorrere a poco a poco la corda; e per tal mezzo trovandosi la *cometa* puerile all'estremità d'un arco simile, ma d'un circolo più grande, il suo asse *a b* è sempre egualmente inclinato al vento *c d*; e il grado d'elevazione è maggiore. Vedi la *Figura* 25.

L'ajuto del vento è così opportuno, ed i suoi vantaggi sono sì noti a chiunque, che quando egli non soffia, o quando noi non siamo a tiro di servirsene, ci pigliam la briga di procacciarne artificialmente; si agita l'aria con un ventaglio, o in altra guisa, per darsi del fresco; il fabbro si vale d'un mantice, per eccitare il fuoco; e il pistore netta il grano, con farlo passare davanti a una spezie di ruota guer-

nita

nita di quattro ale, ch' egli fa girare, per mover-vi l' aria sopra, e portar via la polvere: questo cribro, che viene originariamente di Germania, è stato perfezionato, e conosciuto a Parigi, e nelle sue vicinanze, per l' opera, e diligenza del Sig. d' Hecbourg, Uficiale emerito d' Artiglieria; io so per mia prova, e per lo grande spaccio, che gli ho veduto fare di questa macchina, quant' ella sia utile a coloro, che hanno del grano in copia da mondare, e da conservare.

Fine del terzo Volume.

TAVOLA DELLE MATERIE

Contenute in questo terzo Volume.

IX. LEZIONE.

Sopra la Meccanica.

Discorso Preliminare, ove si pongono certe nozioni necessarie per l' intelligenza delle materie contenute in questa Lezione. pag. 1

PRIMA SEZIONE.

Della Leva. 11

I. Esperienza.

Con la quale si prova 1. che un peso adoperante come potenza, o come resistenza, per una Leva del primo genere posta orizzontalmente, ha tanto maggior forza, quanto è più lontano dal punto d' appoggio. 2. Che due masse eguali opposte l' una all' altra sopra una simile Leva non possono essere in equilibrio, se non quando sono a eguali distanze dal punto d' appoggio; 3. che due pesi ineguali vi esercitano l' un contro l' altro forze eguali, quando le loro distanze dal punto d' appoggio comune, sono reciprocamente come le masse. 13

II. Esperienza.

Che prova le medesime proposizioni con Leve del 2. e del 3. genere. 15

Corollario.

Nel quale si giustifica una proposizion d' Archimede. 17

Ap-

APPLICAZIONI.

Di questi principj a molte sorte di Leve, impiegate dall' arte e della natura ec. ivi, e seg.

III. ESPERIENZA.

Per provare che lo sforzo d' una potenza è il maggiore, che possa essere quando la sua direzione è perpendicolare al braccio della Leva, per cui agisce. 24

IV. ESPERIENZA.

Che fa vedere, che due potenze opposte, col mezzo d' una stessa leva, conservano costantemente fra esse l' istesso rapporto, se le lor direzioni, di perpendicolari ch' erano, diventano egualmente oblique di qua e di là, alle braccia della Leva. 25

V. ESPERIENZA.

Per cui si vede, che lo sforzo d' una potenza scema tanto più, quanto più la sua direzione diventa più inclinata al braccio della Leva; e si conosce qual sia la legge di tale scemamento. 27

APPLICAZIONI

Di questa Teoria all' uso delle manovelle, ed altre Leve, che s' impiegano per movere le macchine. 29

VI. ESPERIENZA.

Che prova 1. *che il punto d' appoggio d' una Leva è caricato della somma delle due forze assolute, quando le loro direzioni sono parallele fra esse;* 2. *che la resistenza del punto d' appoggio in tal caso, si fa in una direzione parallela a quelle della potenza, e della resistenza.* 34

VII. ESPERIENZA.

Per provare, che quando le direzioni delle due for-

forze opposte sono inclinate l' una all' altra, il punto d' appoggio non porta se non una parte del loro sforzo, ec. 35

VIII. Esperienza.

Con la quale si fa vedere di quanto sia caricato il punto d' appoggio, e qual sia la direzione del suo sforzo o della sua resistenza, quando le potenze opposte sono in equilibrio, operando con araccia di leva ineguali. 37

IX. Esperienza.

Che conferma questa Teoria. 38

Applicazioni.

Di questi principj a più casi; dove mostrasi, che il punto d' appoggio trovasi troppo debole, o perchè non è proporzionato alle potenze, o perchè la sua resistenza si fa in una direzione svantaggiosa. 39

Delle macchine, che son composte di Leve, o che operano come Leve. 44

Della Bilancia comune, o della Romana. ivi.

Delle Carrucole. 53

X. Esperienza.

Per mostrar che una carrucola può essere adoprata come una leva del 1. *genere di braccia eguali ec.* 54

XI. Esperienza.

Con cui si dimostra, che le potenze applicate ad una carrucola, operano tanto più fortemente, quanto la loro distanza dall' asse è maggiore. 55

XII. Esperienza.

Che prova, che l' asse d' una raccucola è caricato della somma totale della potenza della resistenza, e che lo sforzo ch' egli sostiene si fa in una

una direzione parallela alle loro, o che tende al loro punto di concorso. 56

APPLICAZIONI.

Vantaggiose delle carrucole; ne' casi ne' quali le Leve semplici sarebbono o insufficienti o men comode. 57

XIII. ESPERIENZA.

Per far vedere, che le carrucole possono essere impiegate come Leve del 2. o del 3. genere. 60

APPLICAZIONI.

Alle carrucole moltiplicate. 63
Delle Ruote dentate, ed altre. 65
Del Martinello, e dell' Arganello. 69

SECONDA SEZIONE.

Del piano inclinato. 72

I. ESPERIENZA.

Con la quale si prova, che la potenza che opra per un piano inclinato, è nella posizione la più vantaggiosa, quando opra parallelamente al piano. 73

APPLICAZIONI.

Di questo principio a molti fenomeni familiari. 76
Delle Macchine che sono composte di piani inclinati. 79
Del Cuneo. ivi.

II. ESPERIENZA.

Che fa conoscere 1. che il cuneo può servire a vincere grandi resistenze. 2. Qual sia la relazione delle potenze che adoprano l' una contro l' altra col mezzo di questa Macchina. 83

APPLICAZIONI

Della Teoria del Cuneo. 84
Della Vite, e delle sue proprietà. Descrizione, e spiegazione della vita d' Archimede ec. 87

TERZA SEZIONE.

Delle corde. 92

I. ESPE-

I. Esperienza.

Che fa vedere, che la resistenza cagionata dalla durezza, e rigidezza delle corde, cresce in ragione diretta dei pesi o delle forze, che le tengon tese. 96

II. Esperienza.

Per provare che la durezza, o rigidezza delle corde cresce come il loro diametro. 97

III. Esperienza.

Con la quale si vede, che le corde diventano più rigide a misura, che involgono più piccioli cilindri, ma che questa resistenza non seguita la proporzione de' diametri di questi cilindri. 99

Applicazioni.

Di questi principj. ivi.

IV. Esperienza.

Che prova, che l' attorcimento diminuisce la forza delle corde. 106

Applicazioni.

Di questa cognizione alla fabbrica ed all' uso delle gomene ec. ivi.

V. Esperienza.

Per far vedere, che l' umidità raccorcia, e fa storcere un poco le corde, che son fatte di fila, o di cordicelle attorte insieme. 109

VI. Esperienza.

Che fa conoscere il prodigioso sforzo d' un fluido, che s' insinua per angusti passaggi ec. 110

Applicazioni.

Delle due ultime Esper. agli Igrometri. 111

X. LEZIONE.

Sopra la natura, e la proprietà dell' Aria. 115

PRIMA SEZIONE.

Dell' aria condensata in se stessa. 117

I. Esperienza.
Con cui si prova, che l'aria ha una gravità assoluta ec. 123
II. Esperienza.
Che prova, che la densità dell'aria cresce come i pesi che la comprimono; restrizione di questa legge. 137
III. Esperienza.
Che fa vedere, che la molla dell'aria compressa, eguaglia nella forza la potenza, che l'ha messa in questo stato. 141
IV. Esperienza.
Dei due Emisferi ec. 142
V. Esperienza.
Che dimostra, che l'aderenza dei due emisferi della prec. Esper. proviene dalla pressione dell'Aria esterna. 143
Applicazioni.
De' principj posti nelle Sperienze precedenti ec. ove si parla della Macchina Pneumatica ec. 146
VI. Esperienza.
Dell'uscita dell'acqua in forma di getto. 151
VII. Esperienza.
Dell'archibugio a vento. 155
Applicazioni.
Della molla dell'aria compressa, alle trombe ec. 157
VIII. Esperienza.
Per far conoscere in quale proporzione di calore accresce il volume d'aria. 164
Applicazioni.
Di questa Causa a diversi effetti. 166
IX. Esperienza.
Che fa conoscere, con quale proporzione il calore accresca la molla dell'aria. 170

APPLICAZIONI.
Di questo principio alla costruzione d' un Termometro. 173
X. ESPERIENZA.
Degli animali nel Vuoto. 176
XI. ESPERIENZA.
Dei Pesci nel Vuoto. ivi.
APPLICAZIONI.
Della necessità dell' aria per conservar la vita animale. 179
XII. ESPERIENZA.
Della Fiamma nel Vuoto. 189
XIII. ESPERIENZA.
Per provare, che senza aria il fuoco il più attivo non genera luce. 190
XIV. ESPERIENZA.
Con cui si vede che la polvere da Cannone non si accende appena, e non fa esplosione nel Vuoto. 191
APPLICAZIONI.
Di questo principio a diversi effetti naturali giornalieri. 193
XV. ESPERIENZA.
Per provare, che vi ha molta aria ne' corpi solidi. 197
XVI. ESPERIENZA.
Con la quale si vede, che ve n' ha molta ne' liquidi. 199
XVII. ESPERIENZA.
Per paragonare il volume d' aria, ch' esce dall' acqua alla quantità dell' acqua medesima, donde si è fatta uscire. 204
XVIII. ESPERIENZA.
Per conoscere il volume d' aria, ch' esce da una certa quantità di zucchero, che si scoglie. 206

XIX. Esperienza.

Con la quale si fa vedere, che il volume d'aria cavata da una materia, pareggia bene spesso 200. ovvero 300. volte quello della materia donde esce. 207

Applicazioni.

Di questa causa, per rendere ragione delle coliche ventose, delle eruttazioni, ec. 215

XX. Esperienza.

Per conoscere in quanto tempo l'aria rientri ne' liquori ec. 219

Applicazioni.

Di questa cognizione, ed alcuni saggi intorno ai mezzi di introdurre odori ne' liquidi. 221

LEZIONE XI.

Continuazione del Discorso intorno alle proprietà dell' Aria.

SECONDA SEZIONE.

Dell' aria condensata come atmosfera terrestre. 222

ARTICOLO I.

Dell' atmosfera considerata come un fluido in quiete. 224

I. Esperienza.

Con la quale si vede, che il mercurio s' abbassa nel barometro a misura, che l' altezza dell' atmosfera si diminuisce, la proporzione di quest' abbassamento. 225

Applicazioni.

Di questa Esperienza per conoscere il peso dell' Atmosfera ec. 231

II. Esperienza.

Con la quale si scorgono visibilmente i corpi stranieri, che fluttuano nell' aria dell' atmosfera. 241

APPLICAZIONI.
Alle materie acquose, delle quali descrivesi la storia. 243

ARTICOLO II.
Dell' atmosfera considerata come un fluido in moto. 260
Del suono in generale. 261
De' corpi sonori. 262

I. ESPERIENZA.
Che fa conoscere, che il suono consiste primitivamente nelle vibrazioni del corpo sonoro. ivi.

II. ESPERIENZA.
Che prova la stessa cosa. 263

APPLICAZIONI.
Di questo principio alla scelta delle materie delle quali si fanno i corpi sonori, alla loro preparazione, alla percussione ec. de' fluidi, che produce suoni ec. 266
Del mezzo, che trasmette i suoni. 270

III. ESPERIENZA.
Del suono provato nel Vuoto. 271

IV. ESPERIENZA.
Del suono provato nell' acqua. 272

APPLICAZIONI.
Delle dette esperienze: osservazioni sopra la transmissione de' suoni nell' acqua ec. circa la propagazione de' suoni dell' atmosfera ec. 275

V. ESPERIENZA.
Che fa conoscere in qual proporzione, e secondo qual Legge l' intensità del suono cresca o scemi, avuto riguardo alla distanza del corpo sonoro, alla densità, o alla molla dell' aria che trasmette il suono. 281

APPLICAZIONI.
Delle cognizioni, che deduconsi da quest' Esperienza, a certi indebolimenti de' suoni: nuova spie-

gazione degli effetti dell' Istrumento detto Portavoce, *e di alcuni Fenomeni, che dipendono dalla stessa cagione. Dell' Eco.* 284
Dell' udito, e del suo organo. 290
Descrizione dell' orecchia. 294
De' suoni comparati. 300

VI. Esperienza.

Del sonometro. Si fa conoscere il rapporto, che vi ha tra le lunghezze, grossezze, tensioni e densità relative delle Corde, e diversi tuoni che producono. 306

Applicazioni.

De' principj stabiliti con questa Esperienza, agl' istrumenti di Musica; esame de' principali sistemi circa l' organo della voce, e circa le sue funzioni. Si spiega, secondo il sentimento di M. Mairan, la propagazione distinta dei differenti tuoni simultanei. 309
De' Venti. 323

Fine della Tavola del Tomo III.

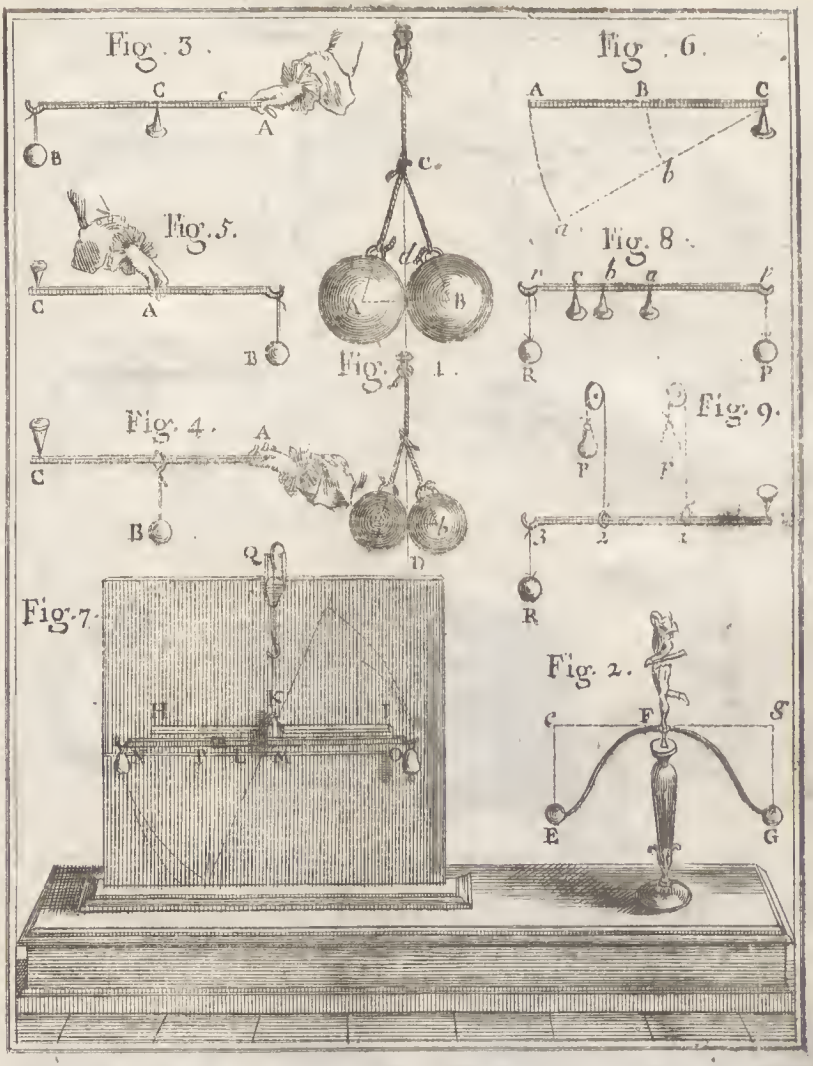


Fig. 3.
C
c
A
B
Fig. 5.
C
A
B
Fig. 4.
A
C
B
c.
d
A
B
Fig. 1.
D
Fig. 6.
A
B
C
b
a
Fig. 8.
r
r
b
a
r'
R
P
Fig. 9.
P
P
3
2
1
R
Fig. 7.
Q
H
K
I
Fig. 2.
c
F
g
E
G

Fig. 12.

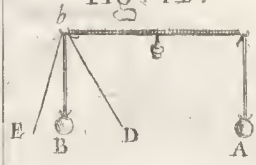


Fig. 13.

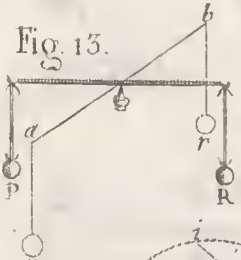


Fig. 14.

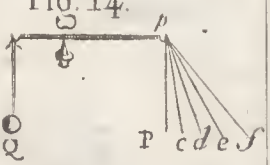


Fig. 16.

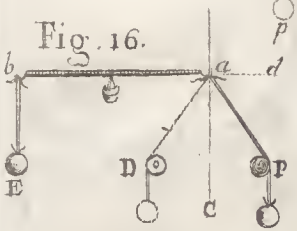


Fig. 17.

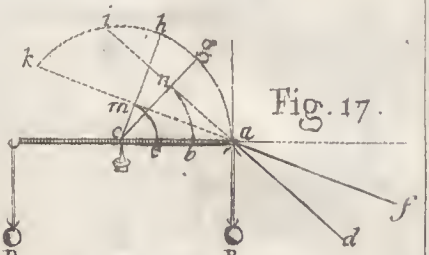


Fig. 15.

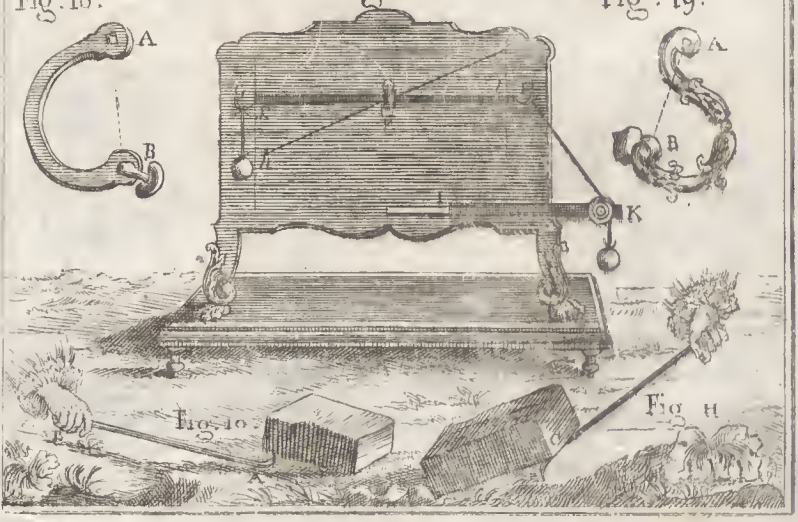


Fig. 18.

Fig. 19.

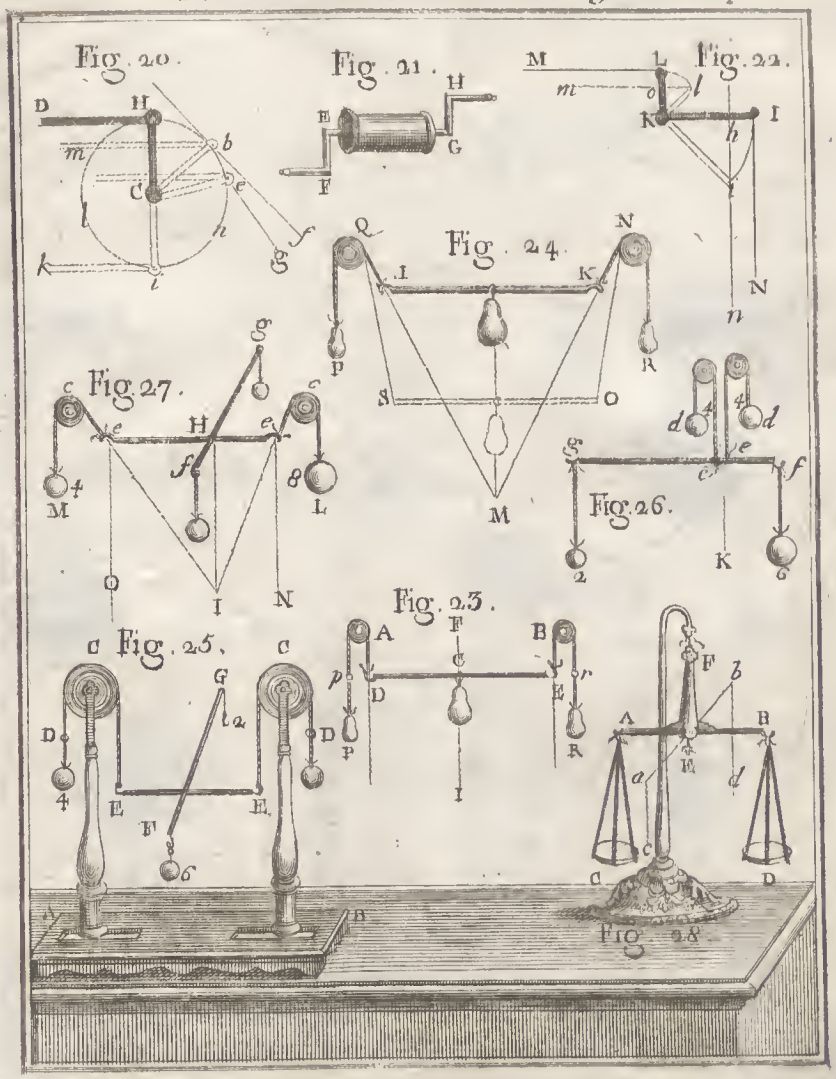


Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 24.
Fig. 27.
Fig. 26.
Fig. 23.
Fig. 25.
Fig. 28.

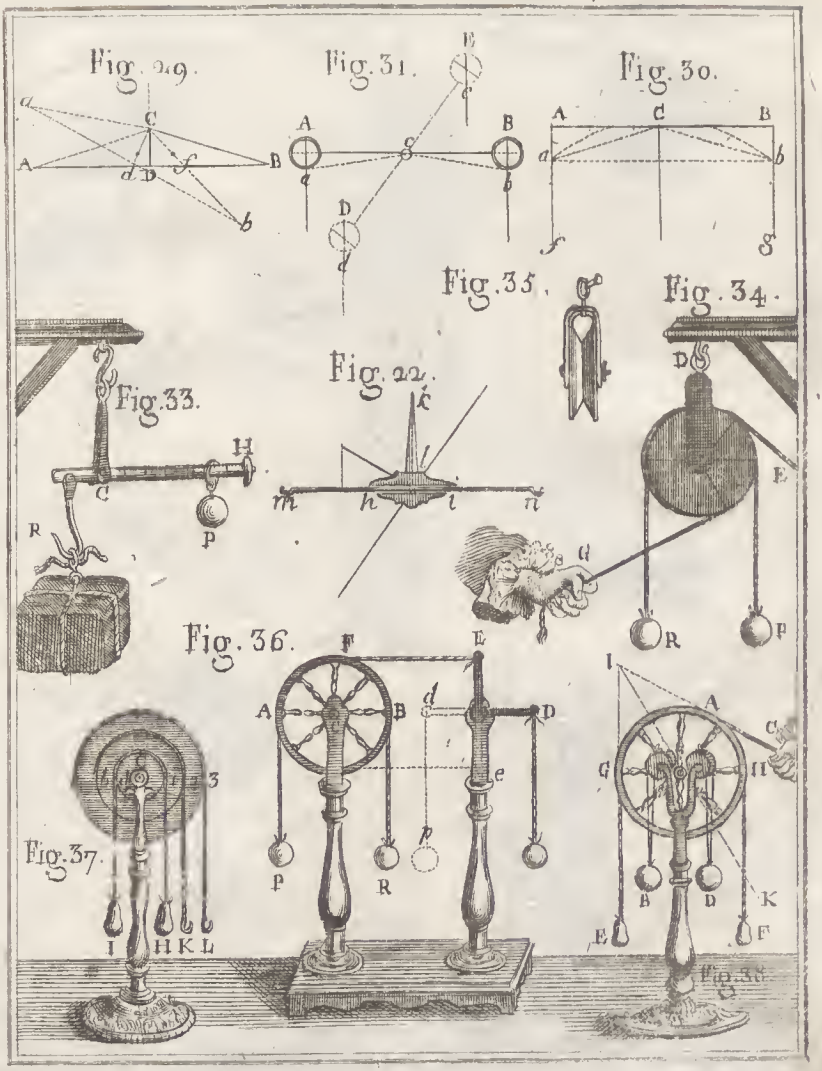


Fig. 29.
Fig. 31.
Fig. 30.
Fig. 35.
Fig. 34.
Fig. 33.
Fig. 22.
Fig. 36.
Fig. 37.
Fig. 38.

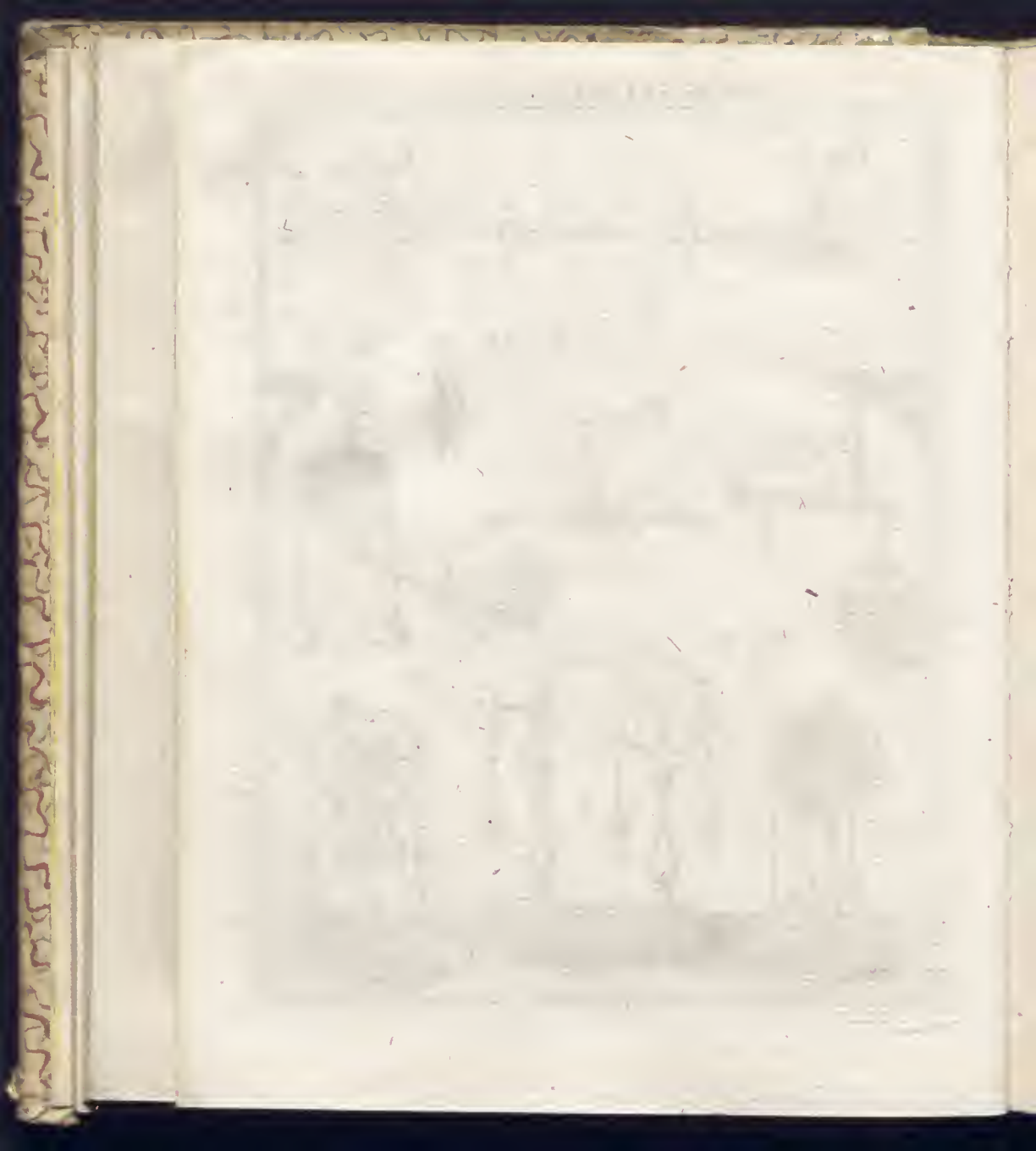


Fig. 42.

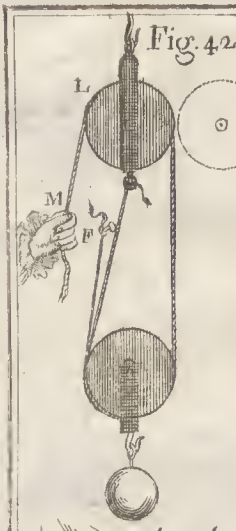


Fig. 43.

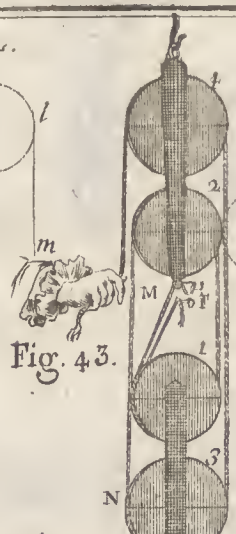


Fig. 44.

Fig. 39.

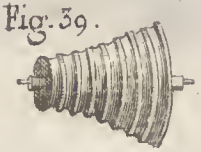


Fig. 40.

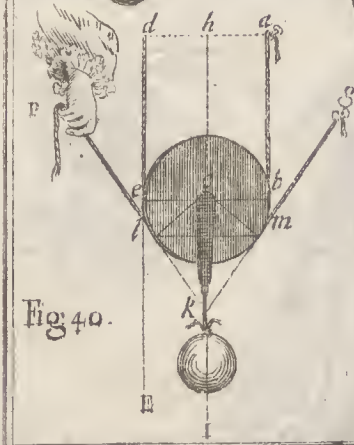
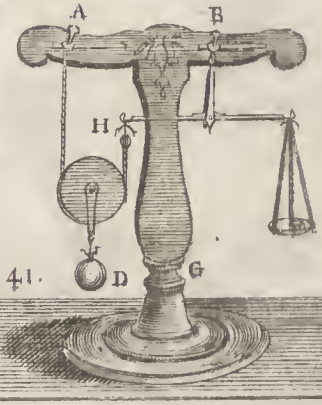


Fig. 41.



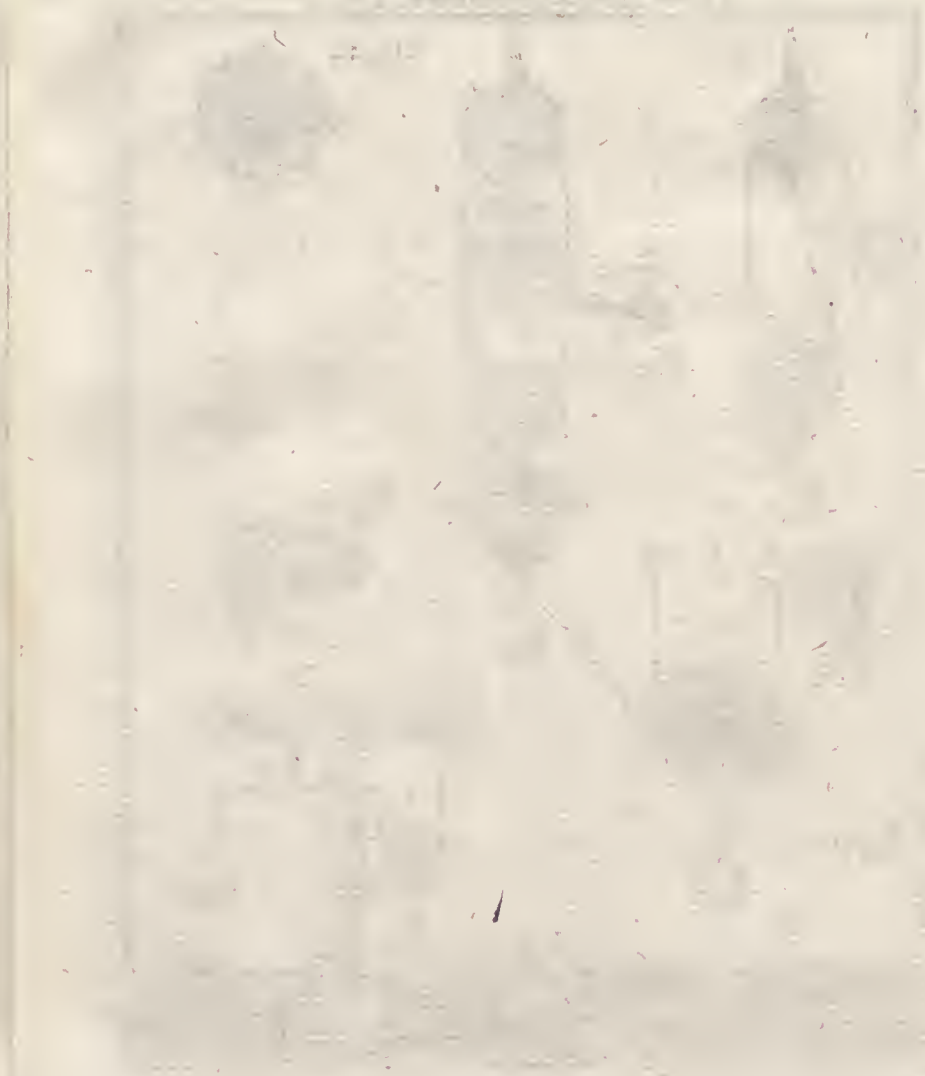


Fig. 45.

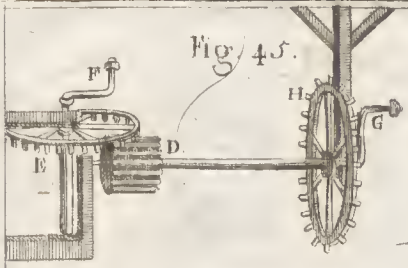


Fig. 46.

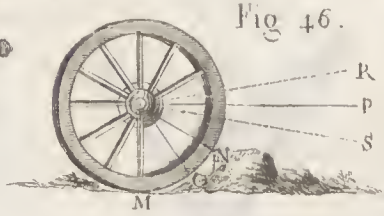


Fig. 47.

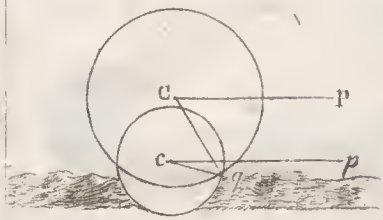


Fig. 48.

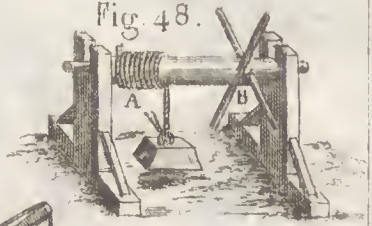


Fig. 49.

Fig. 50.

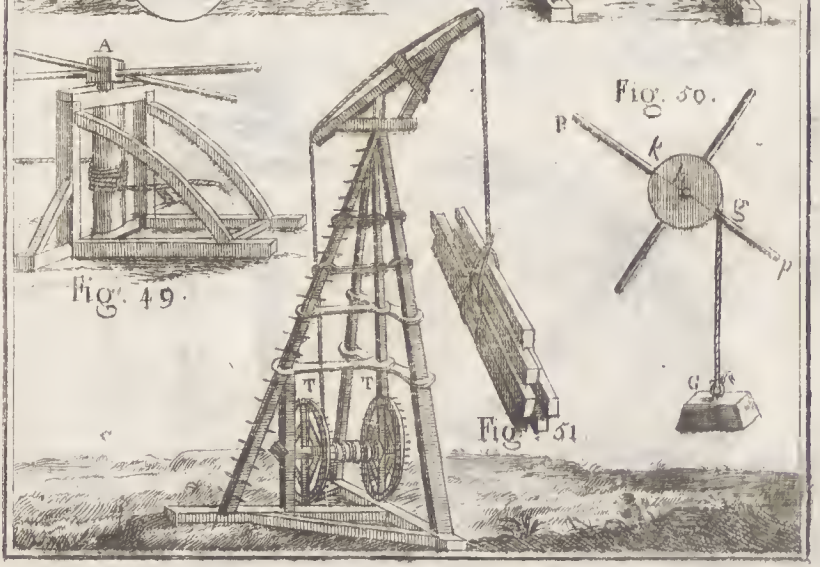


Fig. 51.

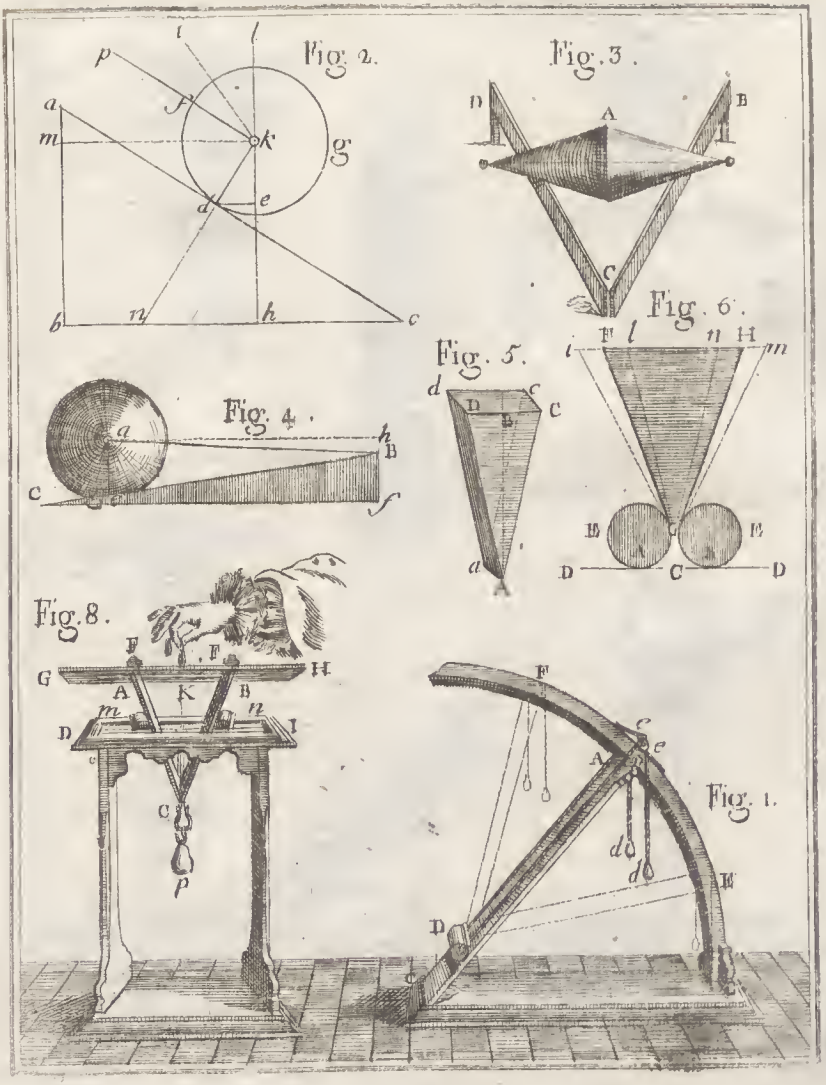


Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 8.
Fig. 1.

Fig. 7.

Fig. 9.

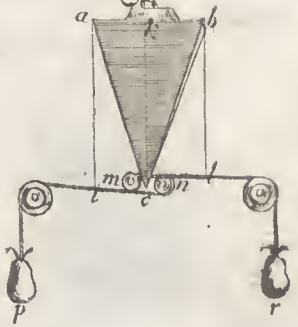


Fig. 10.

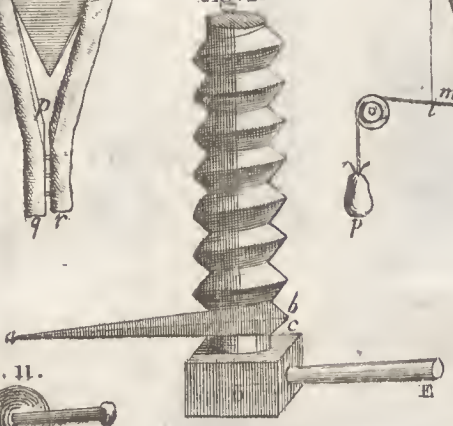


Fig. 11.

Fig. 13.

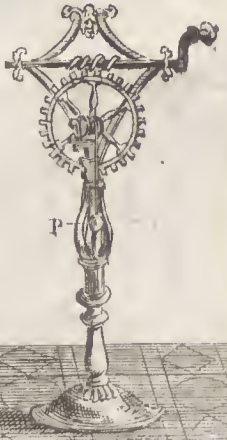
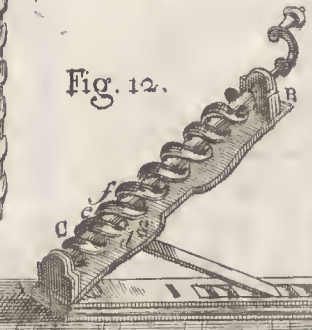


Fig. 12.



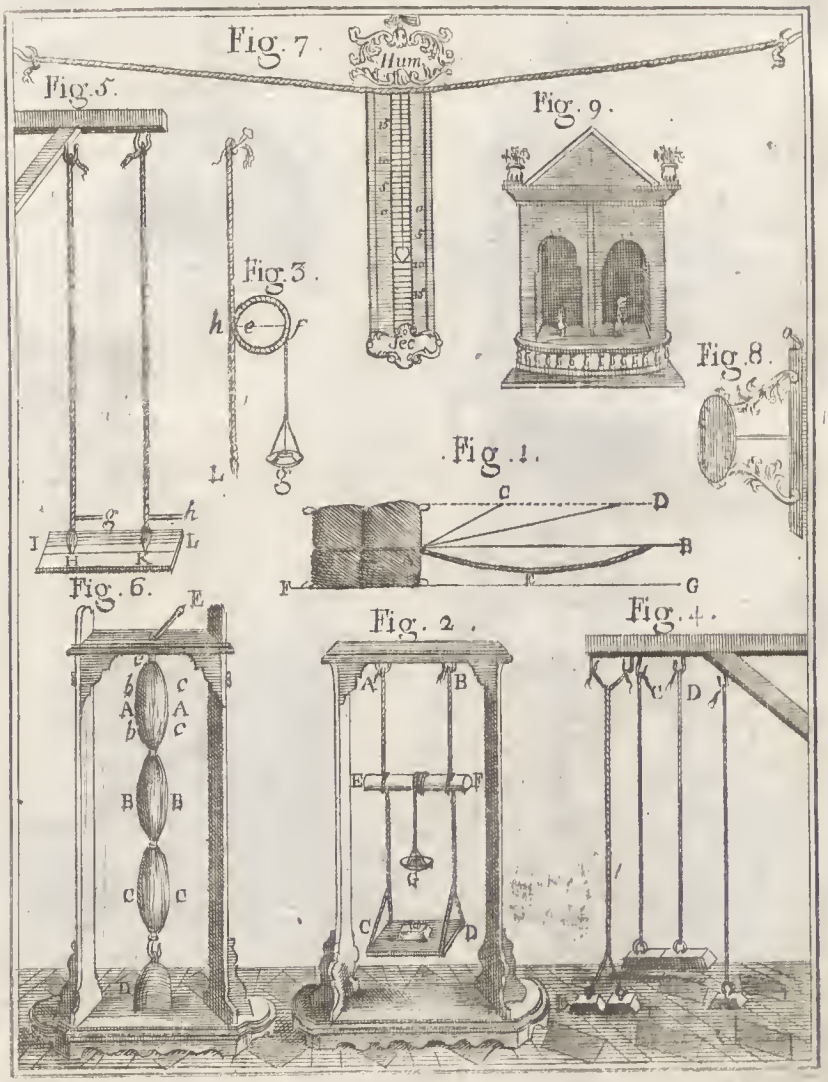


Fig. 7.
Hum.
Sec.
Fig. 5.
Fig. 3.
h
e
f
L
g
Fig. 9.
Fig. 8.
Fig. 1.
C
D
B
F
E
G
I
H
K
L
Fig. 6.
E
Fig. 2.
A
B
E
F
G
C
D
Fig. 4.
C
D

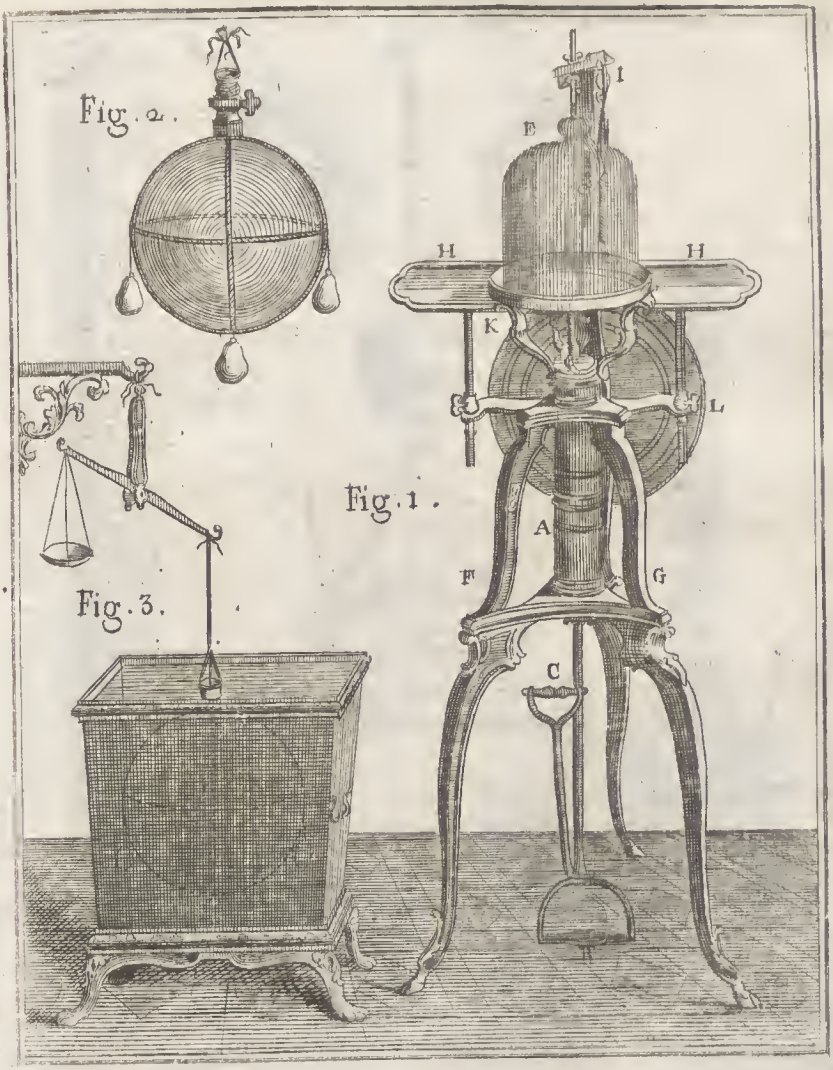


Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 1.
I
E
H
H
K
L
A
F
G
C

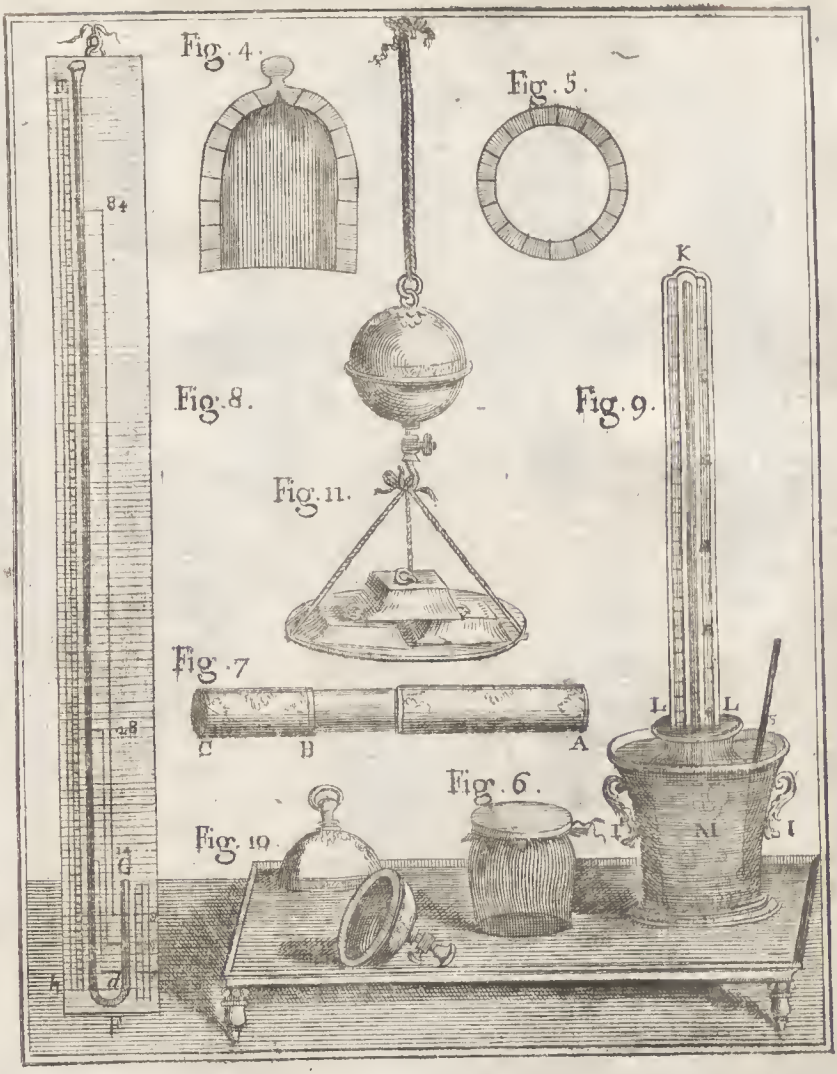


Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 11.
Fig. 7
Fig. 6.
Fig. 10.
E
84
28
14
G
d
F
K
L
L
M
I
I
C
B
A

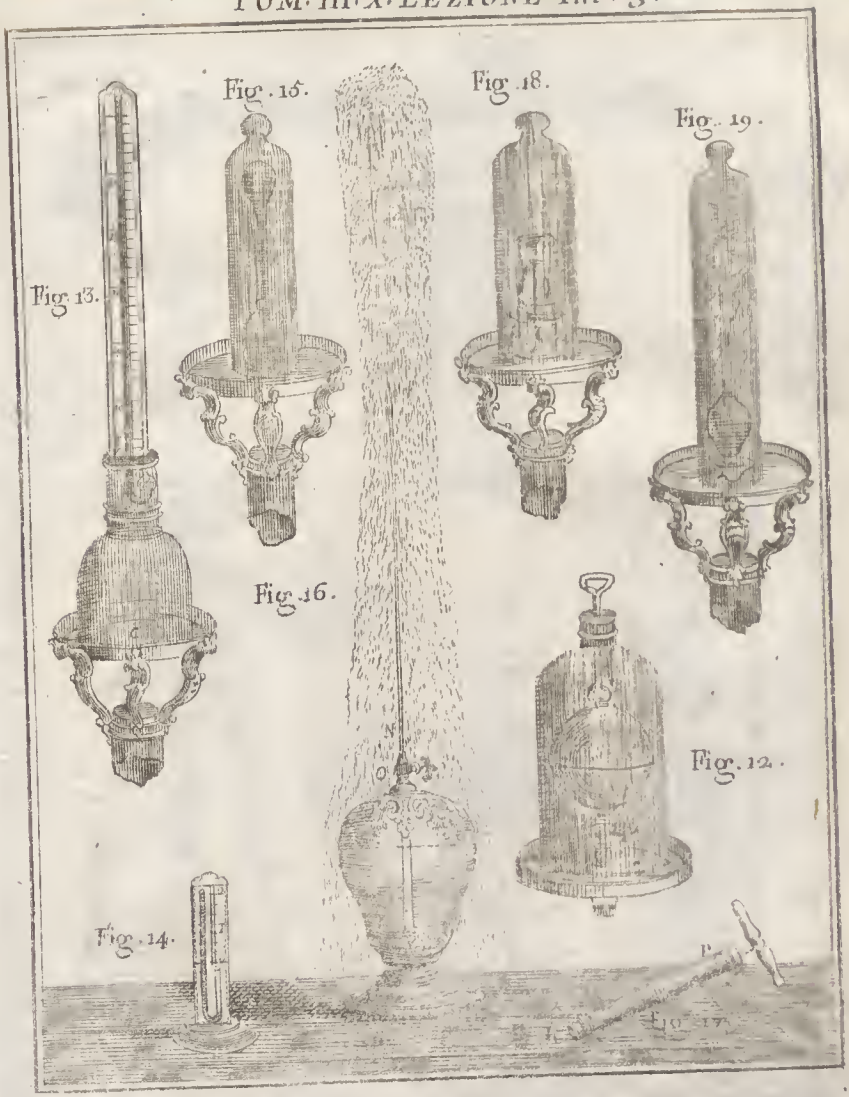


Fig. 13.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 12.
Fig. 14.
Fig. 17.

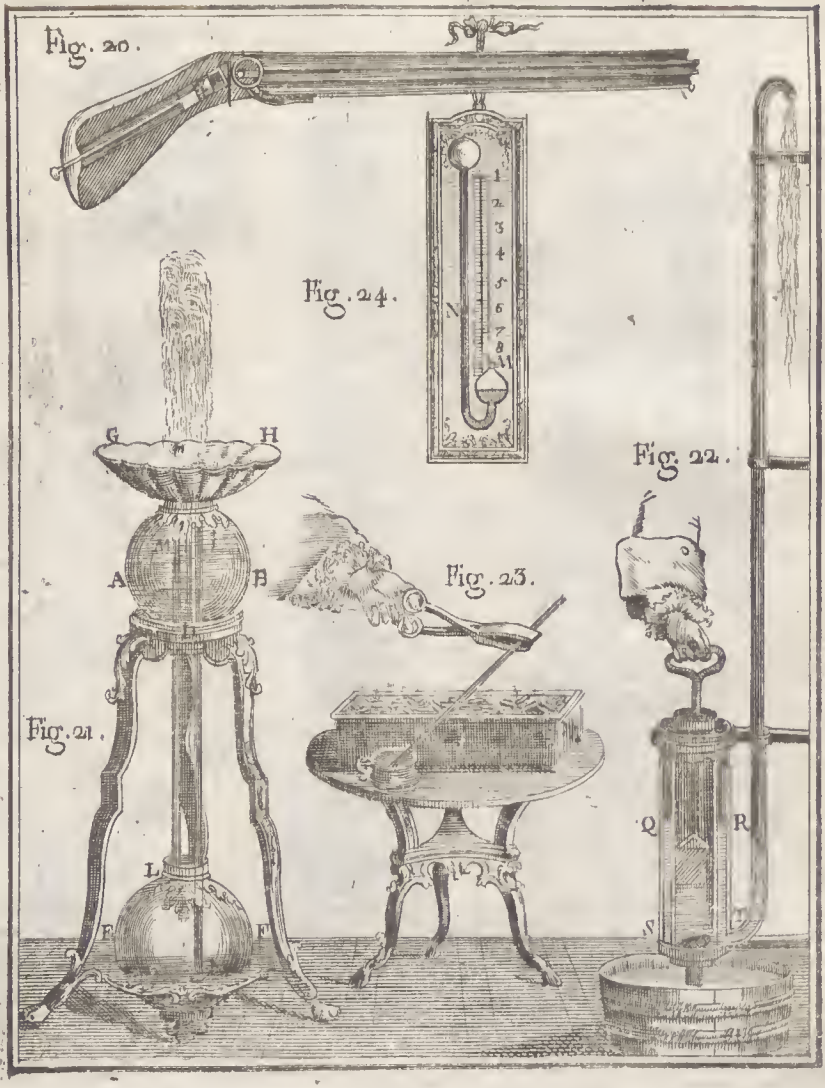
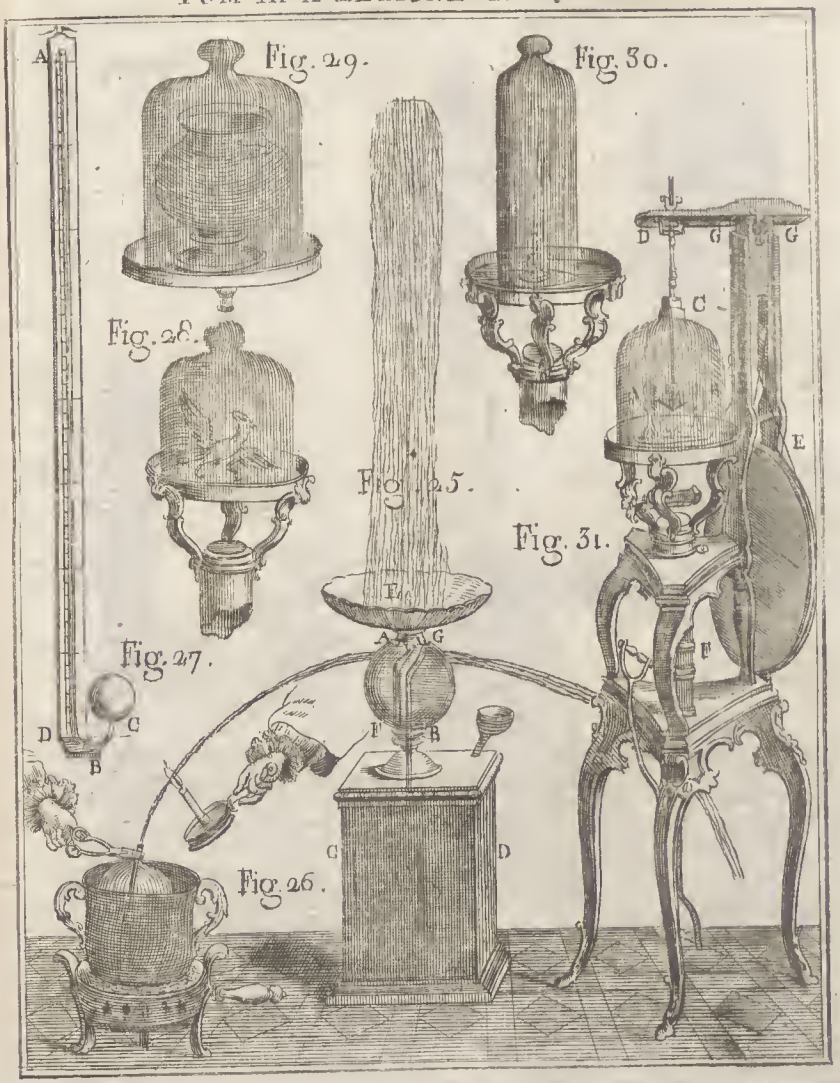


Fig. 20.
Fig. 24.
N
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 21.
G
H
A
B
L
F
F
Q
R
S


A
B
C
D
Fig. 27.
Fig. 29.
Fig. 28.
Fig. 25.
E
A
G
F
B
C
D
Fig. 26.
Fig. 30.
D
G
G
C
E
Fig. 31.
F

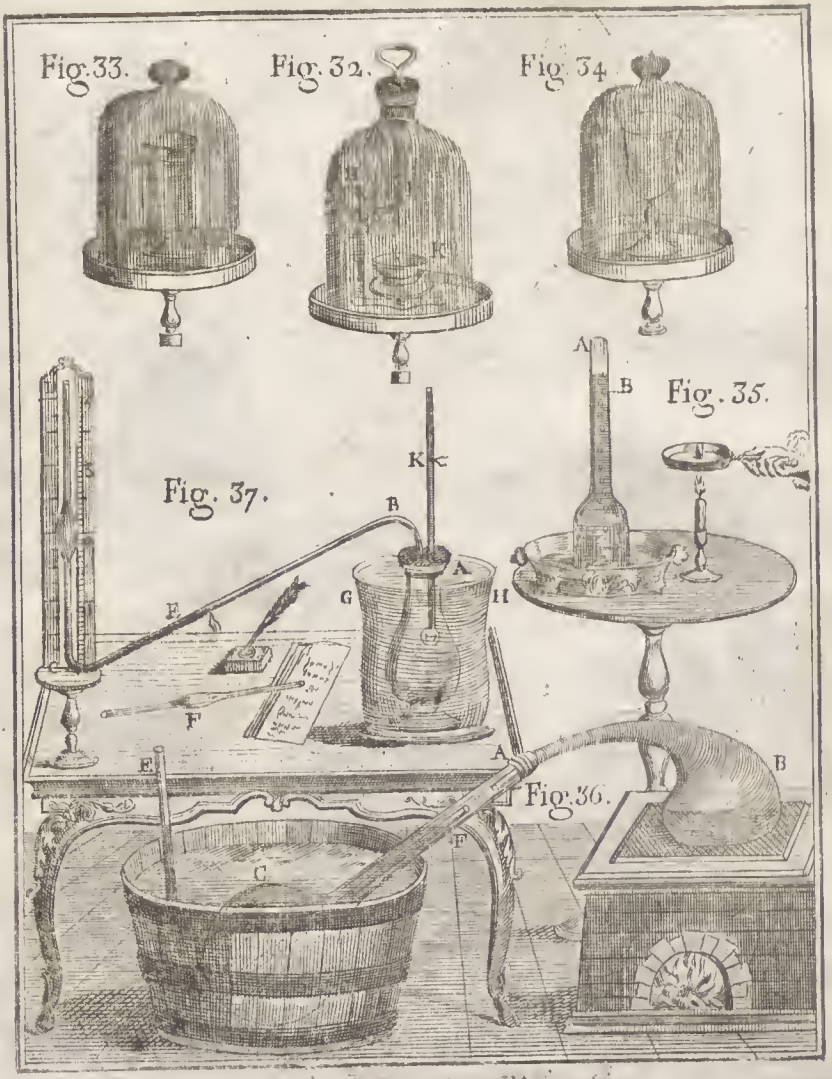


Fig. 33.
Fig. 32.
Fig. 34
Fig. 35.
Fig. 37.
Fig. 36.
A
B
K
G
H
E
F
C

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

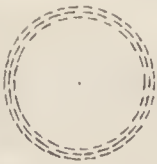


Fig. 7.

Fig. 3

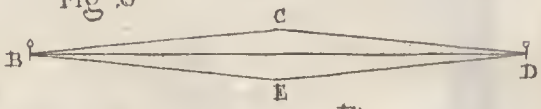


Fig. 2.

Fig. 1.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 12.

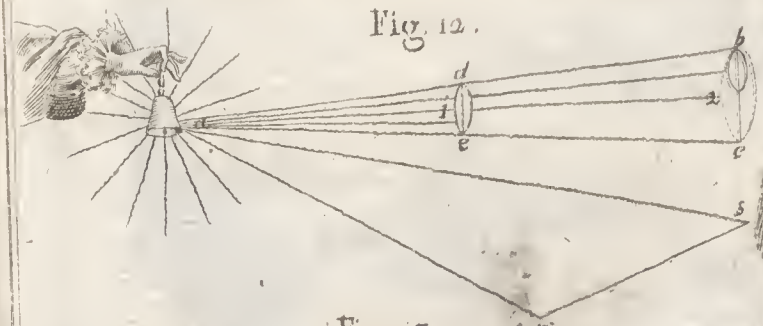


Fig. 13.

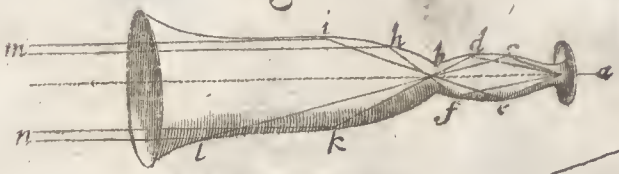


Fig. 14.

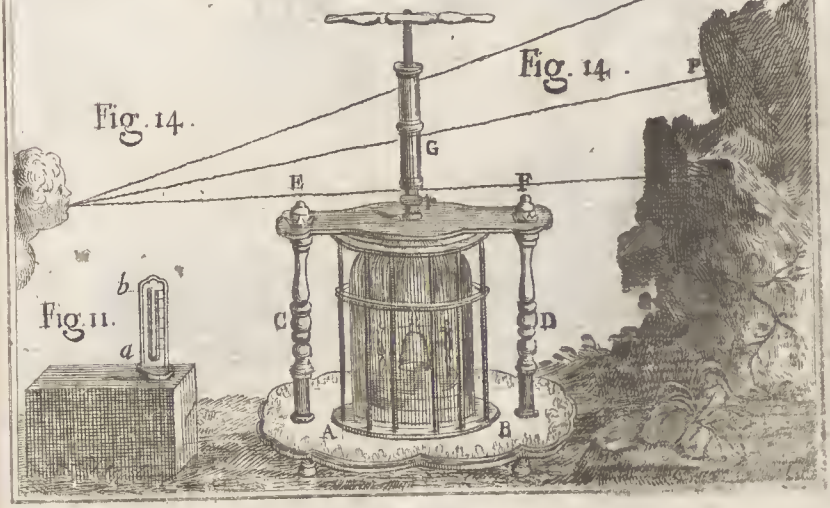


Fig. 11.

Fig. 16.

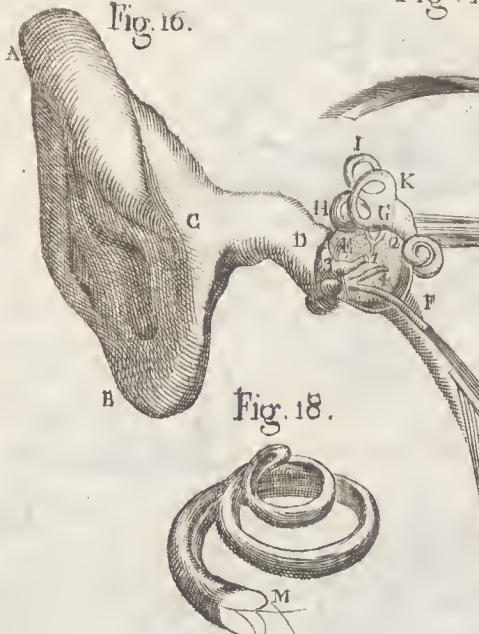


Fig. 19.

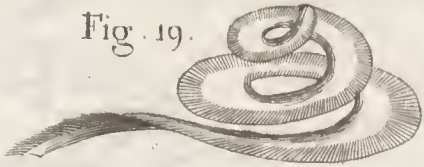


Fig. 17.

Fig. 18.

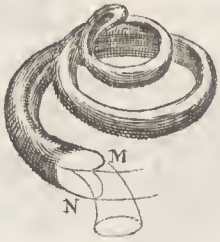


Fig. 23

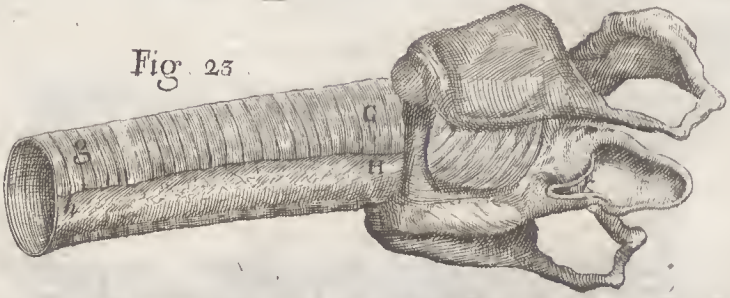


Fig. 24.

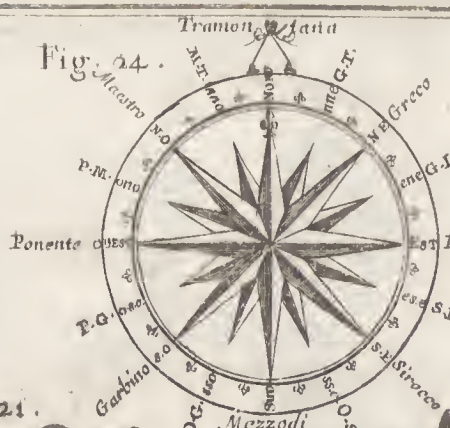
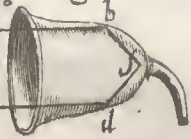


Fig. 21.

Fig. 20.



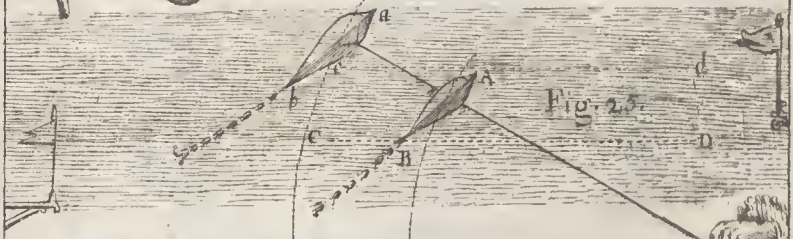


Fig. 25.

Fig. 22.

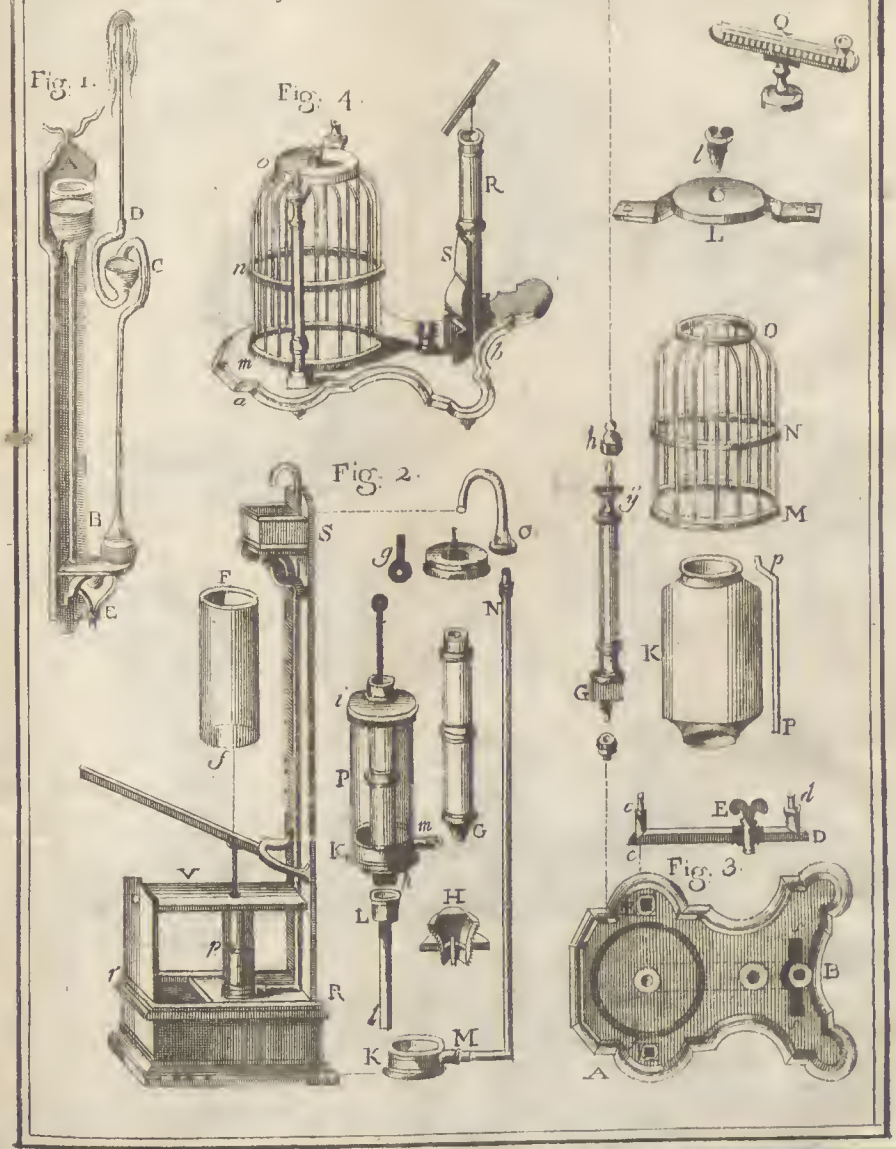
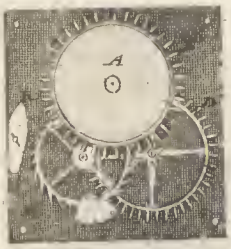


Fig. 1.
A
D
C
B
E
Fig. 4.
o
n
m
a
R
S
b
Fig. 2.
S
F
f
g
O
N
i
P
K
m
G
L
H
V
p
r
R
K
M
Q
l
L
O
N
M
h
y
G
K
p
P
c
E
d
D
c
Fig. 3.
B
A

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 4
Fig. 6
Fig. 3
Fig. 5
Fig. 7
Fig. 8



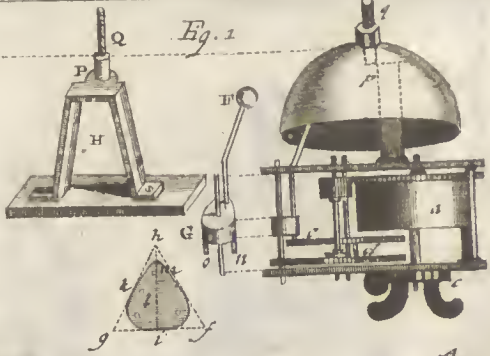


Fig. 1

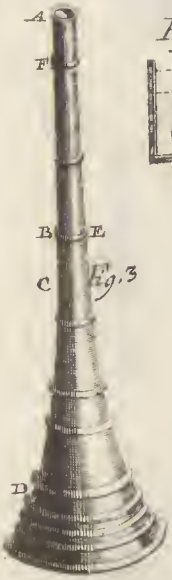
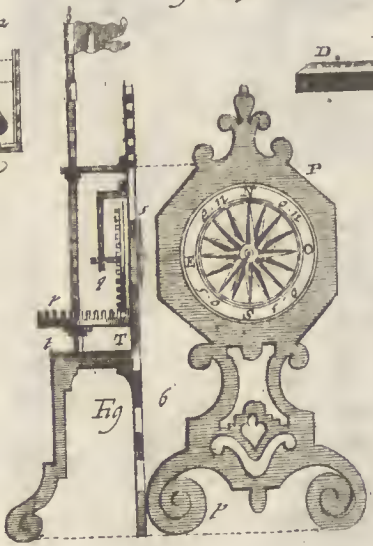


Fig. 3

Fig. 2



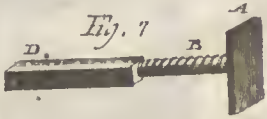


Fig. 7

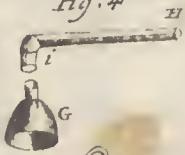


Fig. 4

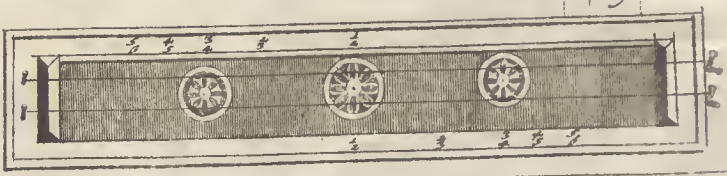


Fig. 5

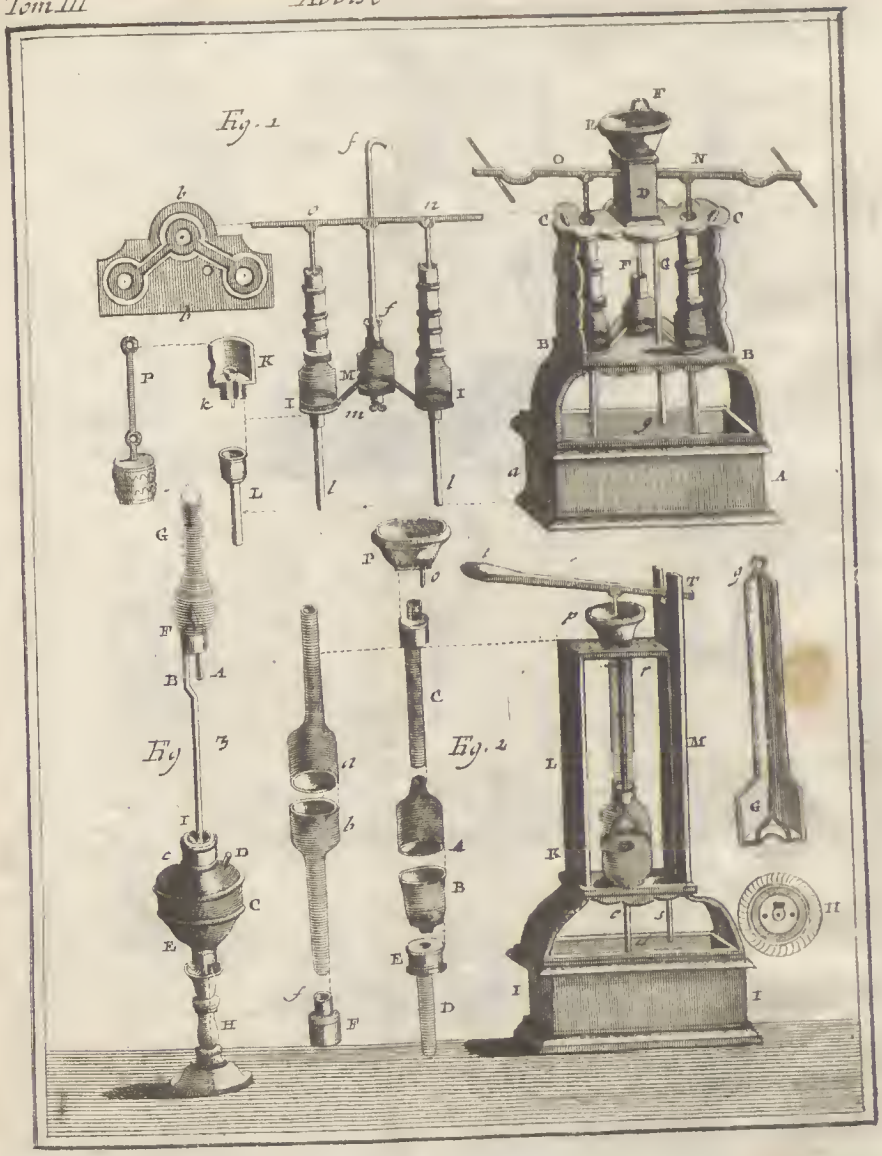


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3

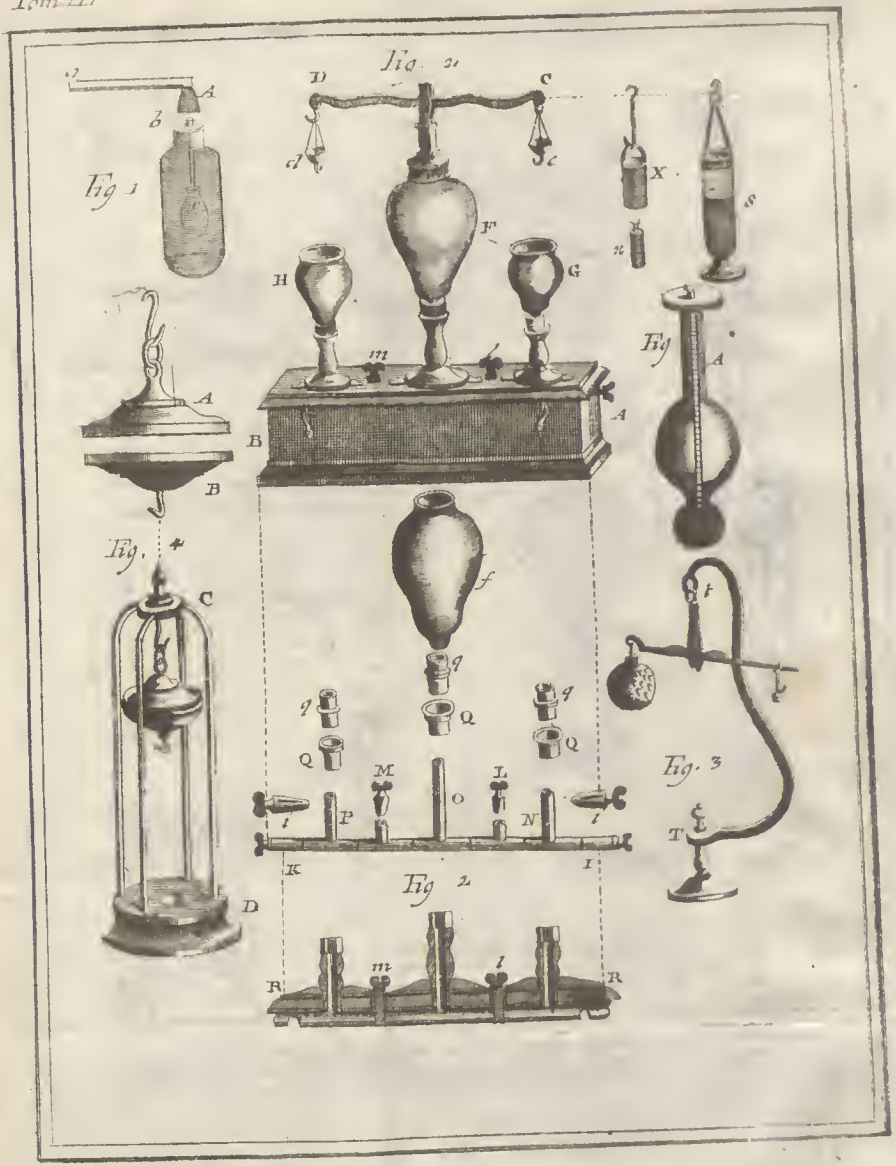


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
A
B
C
D
E
F
G
H
I
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
X
a
b
c
d
e
f
g
h
i
k
l
m
n
o
p
q
r
s
t

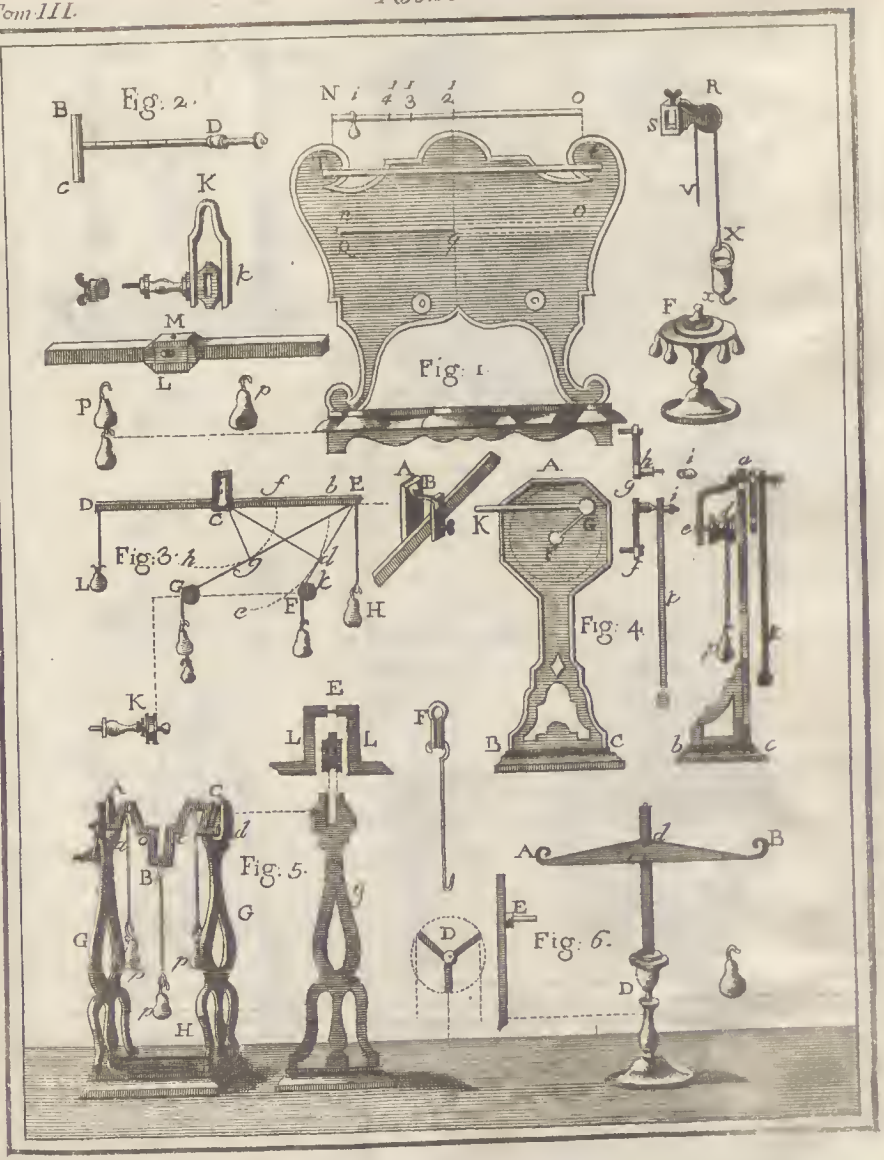


Fig: 2.
Fig: 1.
Fig: 3.
Fig: 4.
Fig: 5.
Fig: 6.

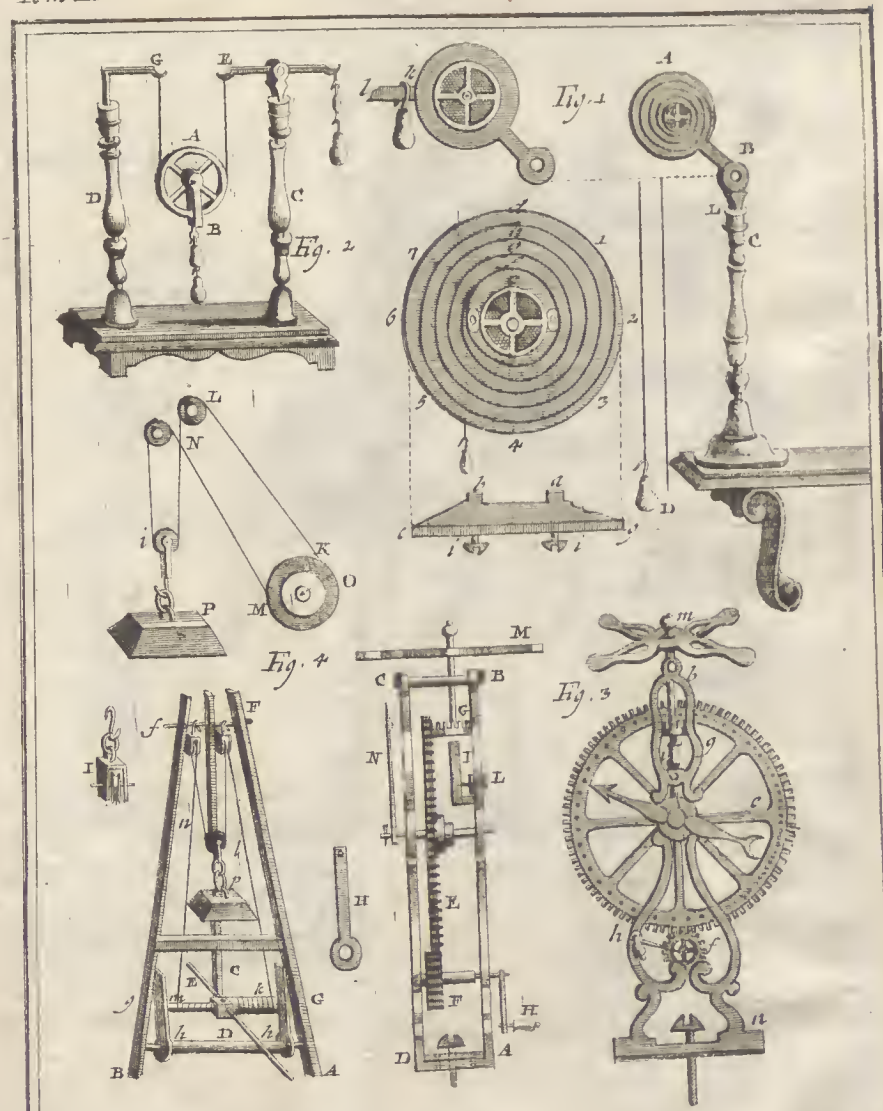


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4

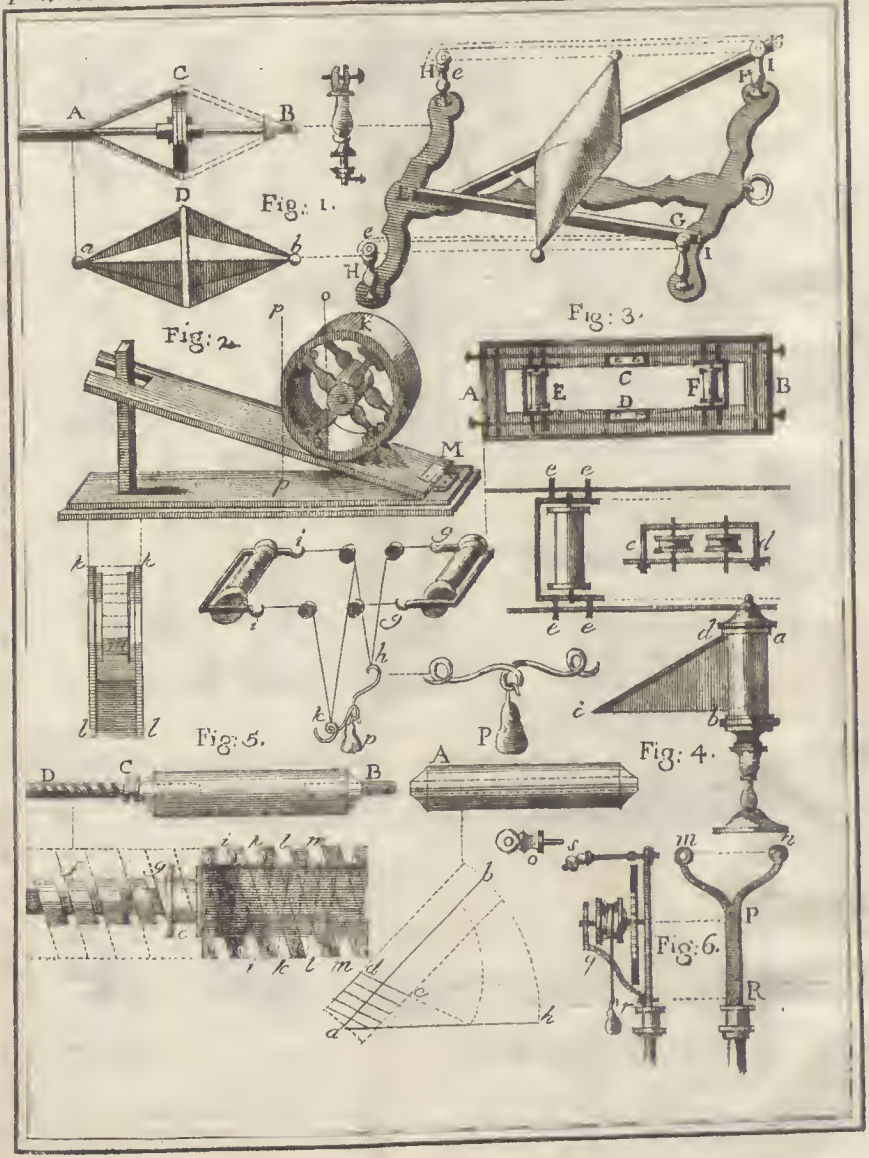
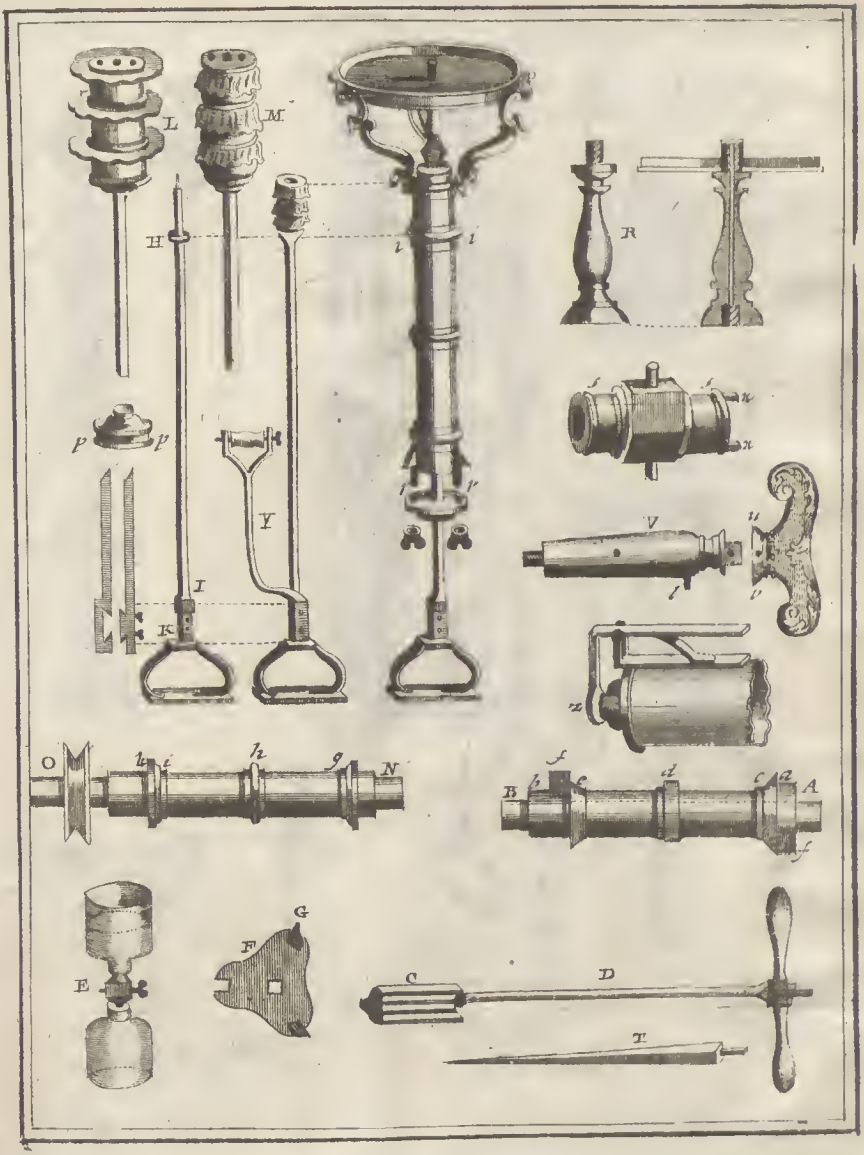


Fig: 1.
Fig: 2.
Fig: 3.
Fig: 4.
Fig: 5.
Fig: 6.


L
M
H
i
i
R
p
p
Y
I
K
V
u
v
z
O
h
i
h
g
N
B
b
e
d
c
a
A
f
E
G
F
C
D
T

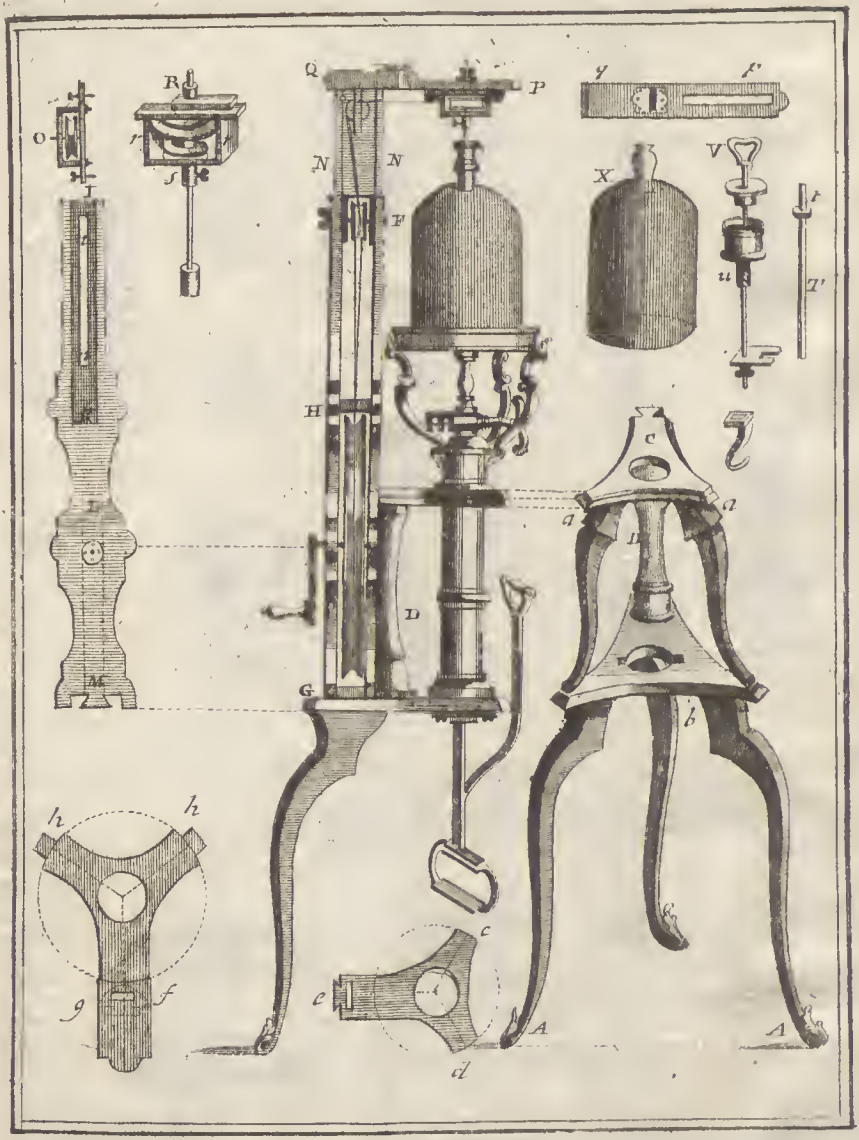

Q
P
R
O
r
s
N
N
F
H
D
G
M
q
f
X
V
u
T
c
a
a
b
h
h
g
f
c
e
d
A
A

Fig. 3
Fig. 4
Fig. 2
Fig. 1
Fig. 6

Fig. 1.

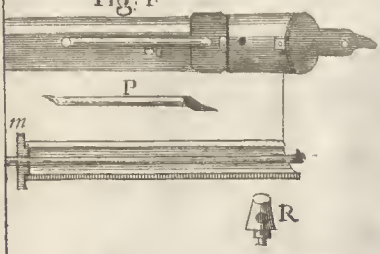


Fig. 2.

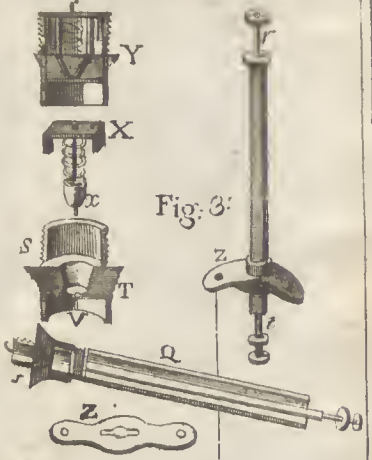


Fig. 3.

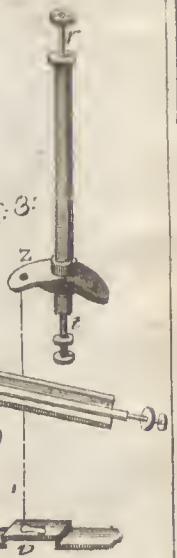
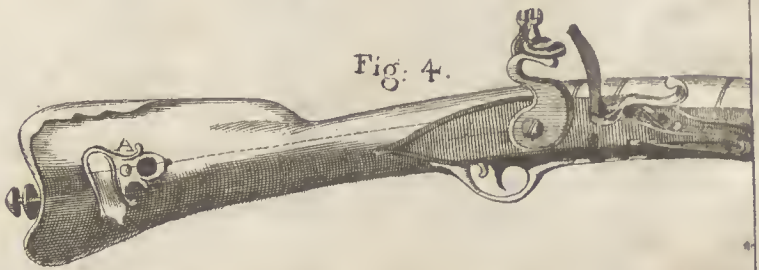


Fig. 5.

Fig. 4.



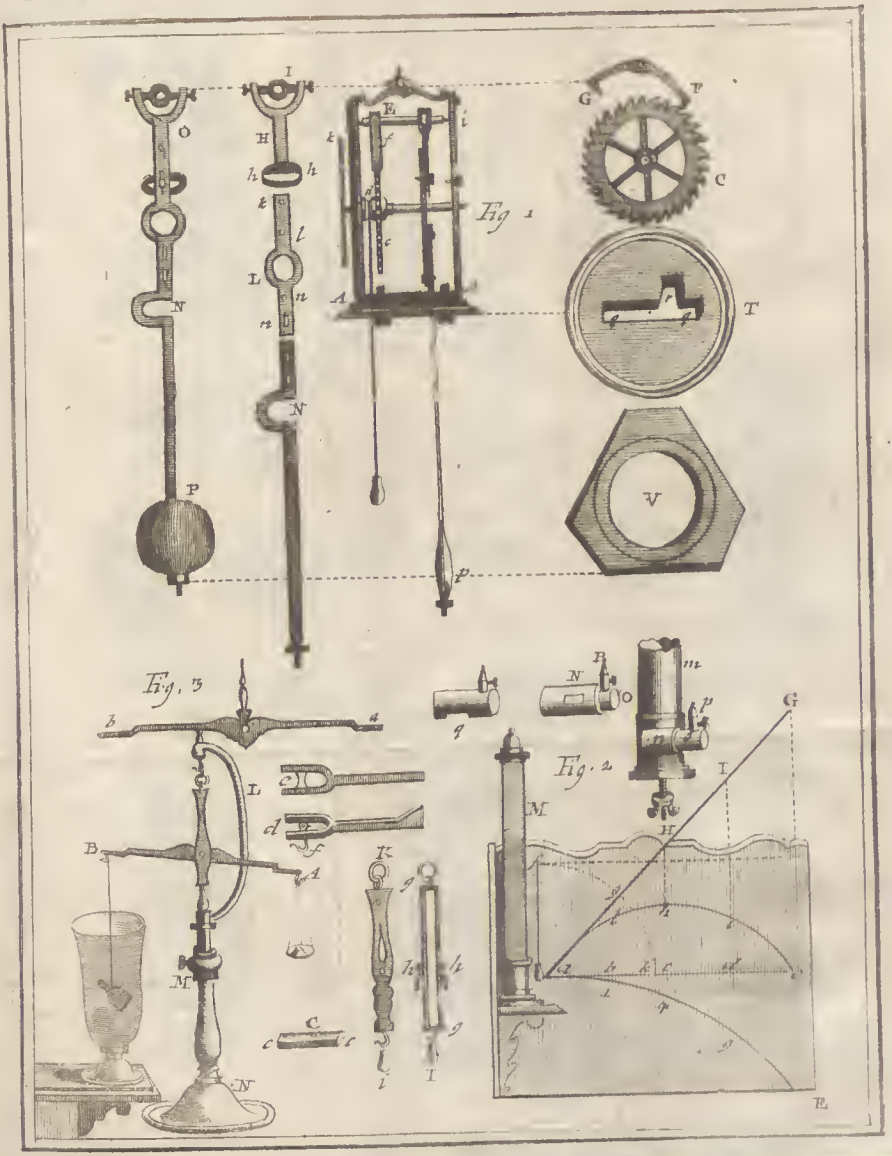


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3

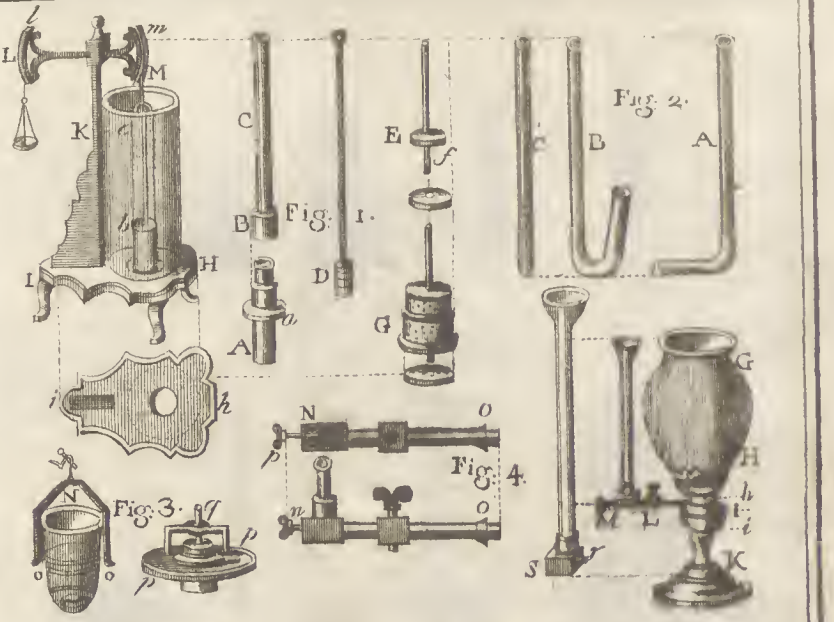
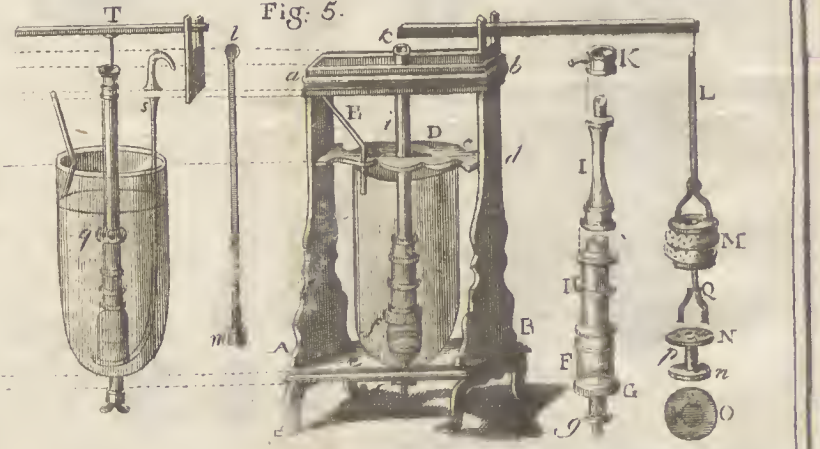
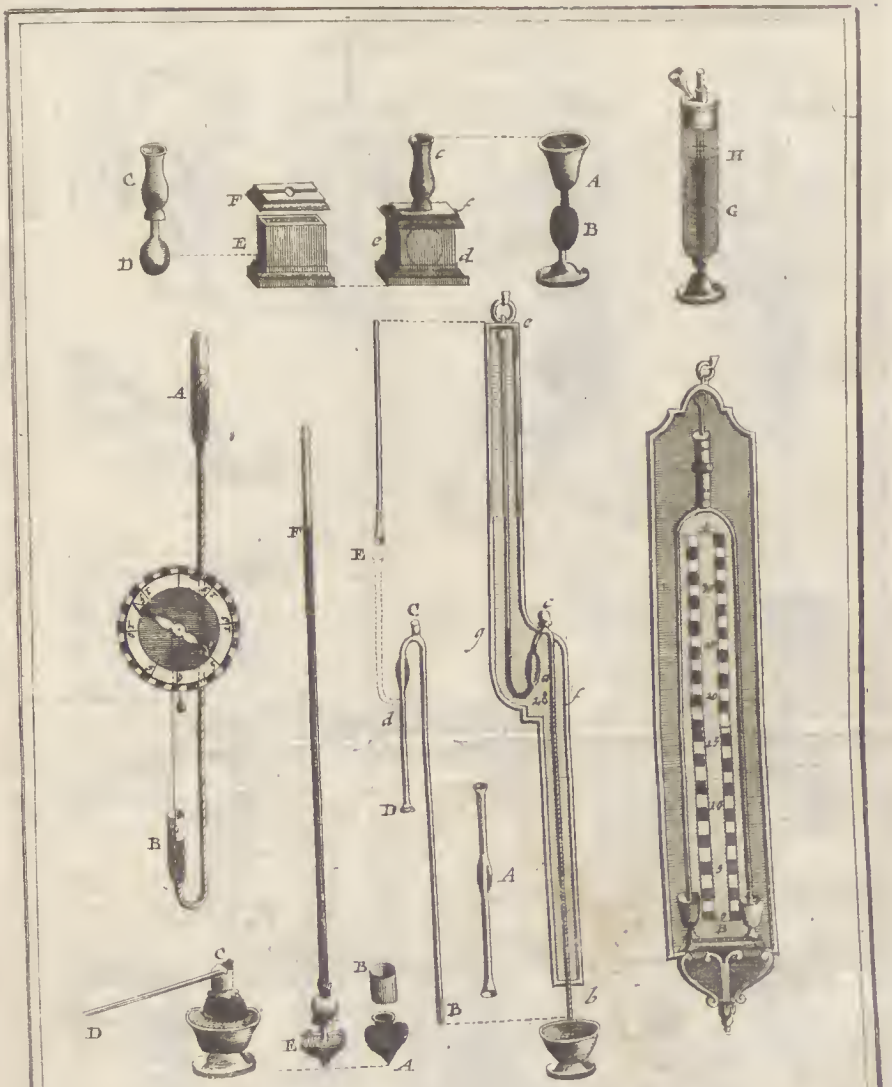


Fig. 5.




C
D
F
E
c
f
e
d
A
B
H
G
A
B
F
E
C
d
D
e
g
c
f
A
B
b
C
D
B
E
A

LEZIONI
DI
FISICA ESPERIMENTALE
DELL' ABATE NOLLET,

MEMBRO DELL' ACCADEMIA REALE
DELLE SCIENZE,

DELLA REAL SOCIETA' DI LONDRA,
DELL' INSTITUTO DI BOLOGNA,

MAESTRO DI FISICA DEL DELFINO,
E Regio Professore nel Collegio di Navarra

TRADOTTE DALLA LINGUA FRANCESE
Sopra l' Edizione di Parigi dell' Anno MDCCLIX.

TOMO TERZO.

IN VENEZIA